

**VOLLAPPARATIVE
REPOSITION UND BÜNDELNAGELUNG BEI
UNTERSCHENKELSCHAFTFRAKTUREN**

von

Rolf Martin

aus

Passau

1969 № 2 42

Aus der Chirurgischen Klinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

VOLLAPPARATIVE REPOSITION UND BÜNDELNAGELUNG BEI UNTERSCHENKELSCHAFTFRAKTUREN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Rolf Martin
aus
Passau

*Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg*



Dekan: Prof. Dr. med. dent. A. Kröncke

Referent: Privatdozent Dr. med. H. Beck

Korreferent: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Tag der Promotion: 24. Juni 1969

MEINER MUTTER GEWIDMET

Inhaltsverzeichnis

Seite

A. Allgemeiner Teil

Einführung	1
Kasuistik	1
Schematische Darstellung der einzelnen Fälle	4

B. Spezieller Teil

1. Gefahren der Bündelnagelung	21
2. Nebenverletzungen	29
3. Vorbehandlung	30
4. Operationsverlauf	32
5. Nachbehandlung	34
6. Zahl der eingebrachten Nägel und erreichte Stabilität	34
7. Frakturstellung	35
8. Wundheilung	35
9. Dauer der Hospitalisierung	36
10. Gelenkfunktion	37
11. Nägelentfernung	38
12. Auswertung einer Nachuntersuchung	38
13. Auswertung von Krankenkassenangaben	39

C. Besprechung der Ergebnisse 40

D. Zusammenfassung 46

Literaturangabe 47

**Auswertung und Ergebnisse einer Behandlungsserie
vom 15. 6. 1959 – 10. 8. 1968 von insgesamt 281 Fällen bei 295 Nagelungen**

A. Allgemeiner Teil

Im Jahre 1959 wurde die von HACKETHAL entwickelte und publizierte Bündelnagelung zur Behandlung von Schaftbrüchen erstmals an der Chirurgischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg ausgeführt. Seitdem kommt diese Nagelungstechnik neben anderen Verfahrensweisen der Osteosynthese regelmäßig auch bei Unterschenkelchaftfrakturen an der hiesigen Klinik zur Anwendung. Diese Arbeit soll die Ergebnisse und Erfahrungen aufzeigen, die durch die operative Stabilisierung mittels Bündelnagelung bei Unterschenkelchaftfrakturen gewonnen wurden.

Kasuistik

In einem Zeitraum vom 8. 6. 59 – 10. 8. 68 wurden bei 298 Patienten Unterschenkelchaftfrakturen durch eine Bündelnagelung stabilisiert, wobei in 7 Fällen beide Unterschenkel genagelt wurden (Nr.: 57, 78, 163, 191, 242, 287, 296), in 2 Fällen (Nr.: 16, 155) wegen einer Refraktur und in 5 Fällen (Nr.: 70, 79, 146, 237, 256) wegen einer nach der ersten Bündelnagelung entstandenen Pseudarthrose wiederholt genagelt wurde. Daraus ergibt sich, daß bis zum 10. 8. 68 insgesamt 312 Bündelnagelungen an Unterschenkelchaftfrakturen vorgenommen wurden.

Das dieser Auswertung zugrunde liegende Krankengut umfaßt aber nur 281 Patienten bei insgesamt 295 Nagelungen, da in 14 Fällen sämtliche und in 3 Fällen teilweise Unterlagen fehlten, so daß diese Fälle einer exakten Auswertung nicht zugänglich gemacht werden konnten. Es muß aber auch darauf hingewiesen werden, daß in weiteren 56 Fällen die Ergebnisse, die bei der Nägelentfernung gewonnen werden konnten, nicht vorlagen, sei es, daß bei diesen Patienten die Nägel auswärts entfernt wurden und keine Nachricht der hiesigen Klinik zukam, oder daß die Patienten noch nicht zur Nägelentfernung erschienen, und bei denjenigen Patienten, die postoperativ oder kurze Zeit nach der Operation bei noch liegenden Nägeln verstarben. Auf diese 56 Fälle wurde aber in der allgemeinen Auswertung nicht verzichtet, da sie die statistische Genauigkeit in anderen Punkten erhöhten.

Bei den 281 Patienten handelte es sich um 222 Männer und um 59 Frauen. Das Alter betrug zwischen 10 und 79 Jahren (Durchschnittsalter 31,4 Jahre).

1. Tabelle: Altersverteilung

Alter	Anzahl
1 – 10 Jahre	1
11 – 20 Jahre	64
21 – 30 Jahre	104
41 – 40 Jahre	45

Alter	Anzahl
41 – 50 Jahre	18
51 – 60 Jahre	30
61 – 70 Jahre	15
71 – 80 Jahre	4

150 mal war das re Bein, 124 mal das li Bein und 7 mal beide Beine gebrochen.

In 128 Fällen (45,5 %) handelte es sich um Verkehrsunfälle, bei 70 (24,9 %) um Sportunfälle, bei 42 (14,9 %) um Arbeitsunfälle, bei 10 (3,5 %) um Wegeunfälle und bei 28 (9,9 %) um häusliche- und Straßenunfälle. In 2 Fällen, nämlich den Refrakturen, kam als erneute Unfallursache, die eine Nagelung bedingte, 1 Arbeitsunfall (Nr. 155) und 1 häuslicher Unfall (Nr. 16) hinzu. Es handelte sich dann also insgesamt um 43 Arbeits- und 29 häusliche- und Straßenunfälle. Bei 3 Fällen (Nr.: 260, 262, 271) konnte die Unfallursache nicht eruiert werden; diese Patienten kamen mit der Diagnose „Pseudarthrose“ zur stationären Aufnahme.

159 Patienten waren Handarbeiter (davon 10 in selbständiger und 149 in unselbständiger Stellung), 50 waren Angestellte, 19 Hausfrauen, 16 Studenten bzw. Schüler, 15 Rentner, 6 Beamte, 8 Akademiker und 8 Landwirte.

1. Bruchart

Bei 220 (78,3 %) Patienten lag ein geschlossener, bei 61 (21,7 %) ein offener Bruch vor.

a. Einspaltbrüche: Insgesamt 194 (65,7 %)

- davon 1. 114 kurze Schrägbrüche,
- 2. 15 lange Schrägbrüche,
- 3. 65 Querbrüche.

- b. *Zweispaltbrüche:* Insgesamt 49 (16,6 %)
davon 1. 40 mit kleinerem und mittelgroßem Bieungskeil,
2. 9 lange Zweispaltbrüche.
- c. *Trümmerbrüche:* 20 (6,7 %)
- d. *Refrakturen:* 3 (1 %)
davon waren Fall Nr. 16 zunächst ein Zweispaltbruch mit kleinerem Bieungskeil, später eine Pseudarthrose durch die nicht sofort korrigierte Fraktur; Fall Nr. 41 eine Querfraktur; Fall Nr. 155 ein kurzer Schrägbruch.
- e. *Pseudarthrosen:* Insgesamt 29 (9,8 %)
davon waren 2 beginnende und 27 ausgebildete Pseudarthrosen; 5 Pseudarthrosen kamen nach vorausgegangener Bündelnagelung abermals hier zur Bündelnagelung; die ursprüngliche Bruchart dieser 5 Fälle (Nr.: 70, 79, 146, 237, 256) ist in der Statistik schon enthalten.

Die folgenden Abbildungen zeigen schematisch die Brucharten bei den einzelnen Fällen auf.

Erklärung der schematischen Skizzen:

- 1.) Unter der Bezeichnung *Modell* ist eine Darstellung des frakturierten Knochens abgebildet; zur besseren Übersicht und zur Vereinfachung wurde für die Fälle, die dieselbe Bruchart und Bruchhöhe aufwiesen, nur eine Skizze angefertigt, wobei jedoch eine Unterteilung in re und li Extremität erfolgte.
- 2.) *Nummer* des jeweiligen Falles.
- 3.) *Alter* des Patienten.
- 4.) *Nebenverletzungen:* ϕ = keine; (+) = unbedeutende; += schwere.
- 5.) *Anzahl* der eingebrachten *Nägel*
- 6.) *Stabilität:* ϕ = keine; + = elastisch stabil; ++ = voll stabil.
- 7.) *Zusätzliche* postoperative *Fixation:* ϕ = nicht erforderlich; (+) = erforderlich wegen Nebenverletzungen; + = erforderlich wegen Teilstabilität.
- 8.) *Hospitalisierung:* Zeitraum in Tagen (T) von der Klinikaufnahme bis zur Entlassung.
- 9.) *Volle Gelenkfunktion* nach Monaten (M).
- 10.) *Entfernung* der *Nägel* nach Monaten (M).

A. Einspaltrbrüche

Abb. 1: Kurze Schrägbrüche

Abb. 1a: Bruchlokalisierung 3/6 - re Extremität



Modell	Nummer	12	21	23	39	78	83	91	103	126	159	190
Alter		25	17	46	21	19	32	20	22	60	23	17
Nebenverletzungen		φ	φ	+	φ	+	+	φ	φ	φ	(+)	(+)
Zahl der Nägel		7	5	4	5	8	10	9	9	9	7	10
Stabilität		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung		26 T	20 T	22 T	27 T	74 T	63 T	50 T	16 T	44 T	17 T	29 T
volle Gelenkfunktion		1/2 M	1/2 M	1/2 M	1/2 M	1 M	2 1/2 M	3 M	1 1/2 M	-	-	-
Entfernung d. Nägel		15 1/2 M	-	4 1/2 M	6 M	14 1/2 M	5 M	6 M	6 M	7 M	-	-

Nummer	194	201	219	220	222	240	248	286
Alter	18	42	13	16	36	22	26	27
Nebenverletzungen	φ	φ	φ	+	φ	φ	φ	φ
Zahl der Nägel	8	8	6	6	8	11	8	5
Stabilität	++	++	++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung	20 T	15 T	16 T	63 T	25 T	23 T	20 T	5 T
volle Gelenkfunktion	-	-	-	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel	12 M	20 1/2 M	10 1/2 M	11 M	8 M	5 1/2 M	8 1/2 M	-

Abb. 1b: Bruchlokalisierung 3/6 - li Extremität



Modell	Nummer	22	72	74	90	120	167	202	288	297
Alter		58	29	18	15	15	23	16	11	16
Nebenverletzungen		(+)	+	φ	φ	φ	+	+	+	φ
Zahl der Nägel		4	10	8	11	8	11	7	-	12
Stabilität		++	++	++	++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	(+)	φ	φ	φ	φ	+	φ	φ
Hospitalisierung		39 T	68 T	38 T	27 T	14 T	23 T	29 T	44 T	5 T
volle Gelenkfunktion		1 M	-	2 M	4 M	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		4 M	8 M	6 M	6 1/2 M	2 1/2 M	8 M	10 M	-	-

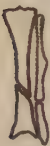
Abb. 1c: Bruchlokalisierung 3/6-4/6 - re Extremität



Modell	Nummer	7	19	81	97	110	242	282
Alter		46	20	39	27	22	23	21
Nebenverletzungen		φ	φ	+	φ	(+)	+	φ
Zahl der Nägel		5	3	12	7	8	6	6
Stabilität		+	++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		+	+	(+)	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung		46 T	40 T	86 T	17 T	32 T	82 T	10 T
volle Gelenkfunktion		1 M	1 M	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		7 M	5 M	12 1/2 M	14 1/2 M	9 M	8 1/2 M	4 M

Abb. 1: Kurze Schrägbrüche

Abb. 1 d: Bruchlokalisation 3/6 – 4/6 – li Extremität



Modell	Nummer	2	67	73	104	158	213
Alter		58	20	18	21	24	27
Nebenverletzungen		φ	φ	+	φ	φ	(+)
Zahl der Nägel		5	7	7	7	8	6
Stabilität		++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung		60 T	18 T	41 T	12 T	37 T	14 T
volle Gelenkfunktion		1 M	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		15 M	5 M	7 M	4 M	27 M	-

Abb. 1 e: Bruchlokalisation 4/6 re Extremität



Modell	Nummer	44	78	80	85	94	138	171	188	199	216
Alter		19	19	54	61	18	32	59	35	27	38
Nebenverletzungen		φ	+	+	(+)	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Zahl der Nägel		6	8	3	8	8	10	8	8	7	8
Stabilität		++	++	+	++	++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	+	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung		15 T	78 T	55 T	42 T	29 T	25 T	23 T	24 T	16 T	46 T
volle Gelenkfunktion		1/2 M	1 M	-	-	1 1/2 M	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		11 1/2 M	14 1/2 M	5 M	4 M	3 1/2 M	5 1/2 M	8 M	5 M	13 1/2 M	12 M

Nummer	231	234	254	266
Alter	57	16	18	18
Nebenverletzungen	+	+	φ	φ
Zahl der Nägel	10	9	4	10
Stabilität	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung	12 T	31 T	21 T	14 T
volle Gelenkfunktion	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel	-	10 M	10 M	6 M

Abb. 1 f: Bruchlokalisation 4/6 – li Extremität



Modell	Nummer	20	57	59	61	77	82	137	180	203
Alter		35	58	24	48	17	23	44	28	18
Nebenverletzungen		φ	+	+	φ	φ	+	φ	φ	φ
Zahl der Nägel		5	11	8	8	8	7	9	7	7
Stabilität		++	++	+	++	+	++	+	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung		21 T	55 T	19 T	13 T	65 T	155 T	211 T	22 T	30 T
volle Gelenkfunktion		1/2 M	1 1/2 M	-	3 M	5 1/2 M	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		4 M	5 1/2 M	7 M	3 1/2 M	5 M	9 1/2 M	7 M	9 M	5 M

Abb. 1: Kurze Schrägbrüche

Abb. 1 g: Bruchlokalisation 4/6-5/6 - re Extremität



Modell	Nummer	5	30	32	33	127	130	136	193	195	214
Alter		43	59	57	23	41	38	52	16	40	31
Nebenverletzungen		φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Zahl der Nägel		5	6	5	6	9	8	5	9	4	9
Stabilität		++	++	++	++	++	++	+	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	φ	φ	(+)	φ	+	φ	φ	φ
Hospitalisierung		29 T	16 T	52 T	22 T	84 T	15 T	30 T	36 T	23 T	19 T
volle Gelenkfunktion		1 M	1/2 M	1 M	1/2 M	-	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		4 M	-	7 1/2 M	4 1/2 M	7 M	4 1/2 M	6 M	4 M	7 1/2 M	8 M

Nummer	241	264	276
Alter	28	67	33
Nebenverletzungen	φ	φ	φ
Zahl der Nägel	7	11	9
Stabilität	++	++	++
Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ
Hospitalisierung	13 T	15 T	8 T
volle Gelenkfunktion	-	-	-
Entfernung d. Nägel	7 M	11 M	-

Abb. 1 h: Bruchlokalisation 4/6-5/6 - li Extremität



Modell	Nummer	75	125	134	140	146	166	182	197	218	227	244
Alter		50	62	64	21	19	15	61	54	79	33	22
Nebenverletzungen		+	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	+	φ	+
Zahl der Nägel		12	10	7	10	8	9	9	6	12	8	8
Stabilität		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	(+)	φ	φ	φ	φ	φ	+	φ	φ
Hospitalisierung		29 T	26 T	16 T	30 T	37 T	17 T	27 T	16 T	26 T	37 T	28 T
volle Gelenkfunktion		2 M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		17 M	10 1/2 M	7 1/2 M	5 1/2 M	1/2 M	6 M	6 M	6 M	16 1/2 M	10 1/2 M	-

Abb. 1: Kurze Schrägbrüche

Abb. 1 i: Bruchlokalisation 5/6 — re Extremität



Modell	Nummer	11	26	34	40	64	96	123	128	157	186
Alter		17	38	39	29	26	30	59	37	23	36
Nebenverletzungen		φ	+	φ	+	φ	φ	+	φ	φ	φ
Zahl der Nägel		6	?	5	6	8	10	13	7	8	6
Stabilität		++	++	++	++	++	++	++	+	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	(+)	φ	φ	φ	φ	φ	φ	(+)	φ
Hospitalisierung		35 T	36 T	31 T	77 T	30 T	18 T	25 T	44 T	22 T	32 T
volle Gelenkfunktion		1 M	1 M	1/2 M		1/2 M	1 1/2 M	—	—	—	—
Entfernung d. Nägel		5 M	—	7 1/2 M	52 1/2 M	6 M	6 1/2 M	8 M	10 M	8 M	9 1/2 M

Nummer	223	269	275
Alter	22	28	43
Nebenverletzungen	φ	φ	φ
Zahl der Nägel	6	8	7
Stabilität	++	++	++
Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ
Hospitalisierung	33 T	11 T	7 T
volle Gelenkfunktion	—	—	—
Entfernung d. Nägel	3 1/2 M	9 M	—

Abb. 1 k: Bruchlokalisation 5/6 — li Extremität



Modell	Nummer	52	55	87	102	117	181	206
Alter		40	35	35	21	20	33	32
Nebenverletzungen		φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Zahl der Nägel		12	9	10	8	9	11	6
Stabilität		++	++	++	++	++	φ	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	φ	φ	φ	+	φ
Hospitalisierung		19 T	27 T	17 T	19 T	408 T	47 T	15 T
volle Gelenkfunktion		1 M	—	—	—	—	—	—
Entfernung d. Nägel		3 1/2 M	2 1/2 M	7 M	5 1/2 M	5 M	1 M	26 M

Abb. 1: Kurze Schrägbrüche

Abb. 1 1: Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehörenden Fälle rechts daneben.

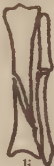
Nummer	Modell	53	189	Modell	155	163
Alter		41	59		25	28
Nebenverletzungen		φ	φ		+	+
Zahl der Nägel		9	6		6	10
Stabilität		++	φ		++	++
Zusätzl. Fixation		φ	+		φ	φ
Hospitalisierung		19 T	52 T		39 T	30 T
volle Gelenkfunktion	re	4 M	-	li	-	-
Entfernung d. Nägel	2/6	5 M	4 1/2 M	2/6	6 M	-

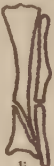
Nummer	Modell	114	277	Modell	54	179
Alter		28	31		66	22
Nebenverletzungen		+	φ		+	+
Zahl der Nägel		7	9		11	12
Stabilität		+	++		++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ		φ	φ
Hospitalisierung		36 T	10 T		140 T	50 T
volle Gelenkfunktion	re	-	-	li	4 M	-
Entfernung d. Nägel	2/6 - 3/6	6 M	6 M	2/6 - 3/6	6 M	-

Abb. 2: *Lange Schrägbrüche*

Abb. 2 a: Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehörenden Fälle rechts daneben.

Nummer	Modell	86	165	198	Modell	95
Alter		32	22	67		23
Nebenverletzungen		∅	+	(+)		∅
Zahl der Nägel		8	?	7		10
Stabilität		++	++	++		++
Zusätzl. Fixation		∅	+	+		∅
Hospitalisierung		29 T	35 T	31 T		27 T
volle Gelenkfunktion	re 3/6	-	-	-	li 3/6	-
Entfernung d. Nägel		6 1/2 M	6 1/2 M	-		4 M

Nummer	Modell	88	149	Modell	174
Alter		22	22		38
Nebenverletzungen		∅	∅		∅
Zahl der Nägel		8	10		5
Stabilität		++	++		+
Zusätzl. Fixation		∅	∅		+
Hospitalisierung		17 T	21 T		20 T
volle Gelenkfunktion	re 3/6 — 4/6	-	-	li 3/6 — 4/6	-
Entfernung d. Nägel		5 1/2 M	14 1/2 M		12 M

Nummer	Modell	281	Modell	9	129	176
Alter		16		23	62	59
Nebenverletzungen		∅		∅	∅	∅
Zahl der Nägel		6		8	12	6
Stabilität		++		++	++	∅
Zusätzl. Fixation		∅		∅	∅	+
Hospitalisierung		6 T		33 T	27 T	187 T
volle Gelenkfunktion	re 4/6 — 5/6	-	li 4/6 — 5/6	1/2 M	-	-
Entfernung d. Nägel		-		-	11 1/2 M	2 1/2 M

Nummer	Modell	228	Modell	25	99	289
Alter		61		25	17	59
Nebenverletzungen		(+)		∅	+	+
Zahl der Nägel		8		6	8	7
Stabilität		++		++	++	++
Zusätzl. Fixation		∅		∅	∅	∅
Hospitalisierung		52 T		15 T	35 T	44 T
volle Gelenkfunktion	li 4/6	-	li 5/6	1/2 M	-	-
Entfernung der Nägel		8 1/2 M		2 M	5 M	-

Abb. 3: Querbrüche

Abb. 3 a und b: Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehörenden Fälle rechts daneben.

Nummer	Modell	258	Modell	113	Modell	18	45	92	101
Alter		53		33		57	58	31	20
Nebenverletzungen		φ		+		+	(+)	φ	φ
Zahl der Nägel		8		8		5	6	8	7
Stabilität		++		++		φ	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ		(+)		φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung		32 T		56 T		224 T	200 T	26 T	13 T
volle Gelenkfunktion		re		li		1 M	5 M	-	-
Entfernung d. Nägel		2/6 - 3/6		2/6		11 M	6 1/2 M	4 1/2 M	6 1/2 M

Nummer	Modell	41	62	156	Modell	47	93	Modell	66	291
Alter		21	19	22		20	23		38	30
Nebenverletzungen		φ	φ	φ		φ	φ		φ	φ
Zahl der Nägel		6	10	9		6	9		8	9
Stabilität		++	++	++		++	++		++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	φ		φ	φ		φ	φ
Hospitalisierung		19 T	17 T	20 T		27 T	52 T		23 T	5 T
volle Gelenkfunktion		4 M	1/2 M	-		1/2 M	1 1/2 M		-	-
Entfernung d. Nägel		4/6 - 5/6		10 M		4 M	4 M		5/6	6 M

Abb. 3 c: Bruchlokalisation 3/6 - re Extremität

Modell	Nummer	31	38	42	49	56	58	71	100	152	161
	Alter	12	23	26	18	10	24	14	27	17	24
	Nebenverletzungen	φ	φ	φ	(+)	+	φ	φ	+	+	+
	Zahl der Nägel	4	4	5	11	7	6	9	7	8	8
	Stabilität	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++
	Zusätzliche Fixation	φ	+	φ	φ	φ	φ	φ	(+)	φ	φ
	Hospitalisierung	18 T	25 T	14 T	15 T	71 T	23 T	27 T	41 T	11 T	13 T
	volle Gelenkfunktion	1/2 M	-	1/2 M	1/2 M	3 M	-	-	-	-	-
	Entfernung d. Nägel	2 M	-	8 M	4 1/2 M	3 M	4 1/2 M	6 1/2 M	8 M	8 M	4 1/2 M

Nummer	163	178	200	208	224	235	249	272	284
Alter	28	26	44	25	20	24	37	37	31
Nebenverletzungen	+	φ	φ	+	φ	φ	φ	+	φ
Zahl der Nägel	9	10	8	8	7	8	6	9	6
Stabilität	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung	30 T	13 T	29 T	35 T	19 T	17 T	18 T	16 T	10 T
volle Gelenkfunktion	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel	-	-	7 M	11 1/2 M	15 M	12 1/2 M	8 M	-	-

Abb. 3: Querbrüche

Abb. 3 d: Bruchlokalisierung 3/6 – li Extremität



Modell	Nummer	106	107	108	119	191	221	225	229	237
Alter		24	19	23	25	29	62	32	63	22
Nebenverletzungen		φ	+	+	+	+	φ	φ	+	+
Zahl der Nägel		12	12	8	9	7	6	7	6	6
Stabilität		++	++	++	++	++	+	+	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	φ	φ	φ	φ	+	(+)	φ
Hospitalisierung		22 T	14 T	54 T	52 T	121 T	19 T	19 T	48 T	92 T
volle Gelenkfunktion		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		3 1/2M	4 1/2M	7 1/2M	11 M	1 M	11 M	7 1/2M	9 M	7 M

Nummer	261	270	285	290
Alter	18	21	18	64
Nebenverletzungen	+	+	+	+
Zahl der Nägel	6	8	9	10
Stabilität	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung	31 T	11 T	21 T	19 T
volle Gelenkfunktion	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel	-	-	-	-

Abb. 3 e: Bruchlokalisierung 4/6 re Extremität



Modell	Nummer	6	29	46	57	69	124	145	153	250	255
Alter		28	21	69	58	15	15	22	15	21	21
Nebenverletzungen		(+)	+	φ	+	φ	φ	φ	φ	+	φ
Zahl der Nägel		6	6	6	10	6	9	8	12	5	6
Stabilität		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	(+)	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung		49 T	53 T	69 T	55 T	25 T	12 T	15 T	18 T	45 T	21 T
volle Gelenkfunktion		1 1/2M	1 M	3 M	2 M	2 M	-	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel		5 1/2M	9 M	6 1/2M	5 1/2M	10 1/2M	5 M	7 M	7 M	13 1/2M	9 1/2M

Nummer	265	267	292	298
Alter	22	20	25	15
Nebenverletzungen	φ	φ	φ	φ
Zahl der Nägel	9	7	7	7
Stabilität	++	++	++	++
Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung	11 T	12 T	7 T	6 T
volle Gelenkfunktion	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel	6 M	4 1/2M	-	-

Abb. 3: *Querbrüche*

Abb. 3 f: Bruchlokalisation 4/6 – li Extremität

Modell	Nummer	13	70	118	232	259	278
	Alter	19	21	23	26	19	20
	Nebenverletzungen	∅	+	∅	+	+	∅
	Zahl der Nägel	5	7	10	7	5	7
	Stabilität	++	++	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Hospitalisierung	32 T	123 T	9 T	35 T	151 T	14 T
	volle Gelenkfunktion	1 M	–	–	–	–	–
	Entfernung d. Nägel	8 M	5 1/2 M	9 1/2 M	–	6 M	6 1/2 M

B. Zweispaltbrüche

Abb. 4: Zweispaltbrüche mit kleineren und mittelgroßen Biegskeilen

Abb. 4a: Bruchlokalisation 3/6 – re Extremität

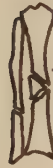
Modell	Nummer	28	63	160	168	204	211	236	246
	Alter	31	58	57	21	27	48	32	55
	Nebenverletzungen	∅	+	+	∅	∅	∅	∅	+
	Zahl der Nägel	5	?	9	8	8	7	6	7
	Stabilität	++	++	++	++	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	∅	∅	∅	∅	∅	+	∅	∅
	Hospitalisierung	24 T	38 T	29 T	19 T	7 T	39 T	28 T	3 T
	volle Gelenkfunktion	1/2 M	–	–	–	–	–	–	–
	Entfernung d. Nägel	35 M	–	22 1/2 M	9 M	–	13 1/2 M	8 M	–

Abb. 4b: Bruchlokalisation 3/6 – li Extremität

Modell	Nummer	50	139	143	162	287
	Alter	19	64	47	24	72
	Nebenverletzungen	∅	∅	∅	+	∅
	Zahl der Nägel	9	10	12	?	10
	Stabilität	++	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	∅	∅	∅	∅	∅
	Hospitalisierung	20 T	42 T	13 T	35 T	32 T
	volle Gelenkfunktion	1 M	–	–	–	–
	Entfernung d. Nägel	5 M	4 M	6 M	22 M	–

Abb. 4: Zweispaltbrüche mit kleineren und mittelgroßen Biegungskeilen

Abb. 4c: Bruchlokalisation 4/6 – re Extremität

Modell	Nummer	36	191	192	247
	Alter	57	29	28	22
	Nebenverletzungen	∅	+	∅	∅
	Zahl der Nägel	4	7	9	8
	Stabilität	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	+	+	∅	∅
	Hospitalisierung	19 T	121 T	27 T	12 T
	volle Gelenkfunktion	1/2 M	–	–	–
	Entfernung d. Nägel	7 M	1/2 M	6 1/2 M	6 M

Abb. 4d: Bruchlokalisation 4/6 – li Extremität

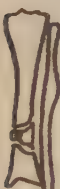
Modell	Nummer	43	79	147	184	294
	Alter	16	53	29	28	36
	Nebenverletzungen	(+)	+	∅	∅	(+)
	Zahl der Nägel	5	10	11	7	?
	Stabilität	++	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	∅	∅	∅	∅	+
	Hospitalisierung	79 T	121 T	33 T	24 T	7 T
	volle Gelenkfunktion	2 M	–	–	–	–
	Entfernung d. Nägel	7 M	6 1/2 M	9 1/2 M	–	–

Abb. 4e: Bruchlokalisation 3/6 – 4/6 – li Extremität

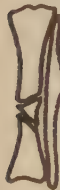
Modell	Nummer	4	51	68	148	175
	Alter	32	72	24	52	22
	Nebenverletzungen	(+)	+	+	+	+
	Zahl der Nägel	6	10	9	7	7
	Stabilität	++	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	∅	∅	∅	∅	∅
	Hospitalisierung	72 T	171 T	32 T	62 T	43 T
	volle Gelenkfunktion	1 M	–	–	–	–
	Entfernung d. Nägel	16 M	8 1/2 M	13 M	8 M	–

Abb. 4: Zweispaltrbrüche mit kleineren und mittelgroßen Biegungskeilen

Abb. 4f: Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehörenden Fälle rechts daneben.

Nummer	Modell	205	Modell	115	252	Modell	133
Alter		22		26	16		16
Nebenverletzungen		φ		+	+		φ
Zahl der Nägel		6		10	9		9
Stabilität		++		++	++		++
Zusätzl. Fixation		φ		φ	φ		φ
Hospitalisierung		10 T		18 T	39 T		22 T
volle Gelenkfunktion	re		li		-	re	
Entfernung d. Nägel	2/6-3/6	-	2/6	8 1/2 M	-	3/6-4/6	6 1/2 M

Nummer	Modell	169	173	Modell	16	132	135	256
Alter		18	67		26	54	51	37
Nebenverletzungen		φ	+		φ	φ	φ	+
Zahl der Nägel		8	8		4	9	9	7
Stabilität		++	++		++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ		φ	φ	φ	φ
Hospitalisierung		13 T	25 T		14 T	62 T	37 T	59 T
volle Gelenkfunktion	re		-	li	-	-	-	-
Entfernung d. Nägel	4/6-5/6	9 M	8 M	4/6-5/6	13 1/2 M	6 1/2 M	6 M	8 M

Nummer	Modell	89	207	217
Alter		44	17	36
Nebenverletzungen		φ	φ	(+)
Zahl der Nägel		7	7	9
Stabilität		++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ	φ	φ
Hospitalisierung		30 T	44 T	19 T
volle Gelenkfunktion	li	-	-	-
Entfernung d. Nägel	5/6	5 M	7 1/2 M	-

Abb. 5: Lange Zweispaltbrüche

Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehörenden Fälle rechts daneben.

Nummer	Modell	98	Modell	105	Modell	65
Alter		24		22		23
Nebenverletzungen		φ		φ		φ
Zahl der Nägel		9		10		8
Stabilität		+		+		++
Zusätzl. Fixation		+		+		φ
Hospitalisierung		87 T		28 T		14 T
volle Gelenkfunktion	li	6 1/2 M	re	-	li	4 M
Entfernung d. Nägel	2/6 - 3/6	1/2 M	3/6	15 M	3/6	7 M

Nummer	Modell	209	Modell	48	Modell	251
Alter		32		37		28
Nebenverletzungen		φ		φ		φ
Zahl der Nägel		11		10		9
Stabilität		++		++		++
Zusätzl. Fixation		φ		φ		φ
Hospitalisierung		19 T		23 T		19 T
volle Gelenkfunktion	li	-	re	1/2 M	li	-
Entfernung d. Nägel	3/6 4/6	17 M	4/6 - 5/6	17 1/2 M	4/6 - 5/6	12 1/2 M

Modell	Nummer	131	183	274
	Alter	32	17	45
	Nebenverletzungen	φ	φ	+
	Zahl der Nägel	7	6	8
	Stabilität	++	φ	++
	Zusätzl. Fixation	φ	+	+
	Hospitalisierung	22 T	330 T	44 T
	volle Gelenkfunktion	-	-	-
re 3/6-4/6	Entfernung d. Nägel	10 M	4 M	4 M

C. Trümmerbrüche

Abb. 6: Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehörenden Fälle rechts daneben.

Nummer	Modell	10	37	283	Modell	76	164	Modell	8	242
Alter		31	38	18		19	22		23	23
Nebenverletzungen		(+)	+	+		+	+		φ	+
Zahl der Nägel		4	6	4		8	10		6	?
Stabilität		φ	+	++		++	++		++	++
Zusätzl. Fixation		+	+	■		φ	φ		φ	φ
Hospitalisierung		65 T	61 T	19 T		33 T	11 T		17 T	82 T
volle Gelenkfunktion	re	7 M	—	—	re	—	—	li	1/2 M	—
Entfernung d. Nägel	2/6 – 3/6	1 M	33 M	—	3/6	10 1/2 M	—	3/6	21 M	8 1/2 M

Nummer	Modell	245	Modell	14	121	150	279
Alter		24		46	24	21	16
Nebenverletzungen		φ		φ	+	+	φ
Zahl der Nägel		11		4	10	8	8
Stabilität		++		++	++	++	++
Zusätzl. Fixation		φ		φ	φ	(+)	φ
Hospitalisierung		17 T		84 T	64 T	145 T	16 T
volle Gelenkfunktion	re	—	li	2 M	—	—	—
Entfernung d. Nägel	4/6	12 M	4/6	5 1/2 M	7 1/2 M	13 M	—

Nummer	Modell	287	Modell	177	Modell	253
Alter		72		46		27
Nebenverletzungen		φ		+		+
Zahl der Nägel		10		7		8
Stabilität		++		++		++
Zusätzl. Fixation		φ		(+)		φ
Hospitalisierung		32 T		57 T		47 T
volle Gelenkfunktion	re	—	li	—	re	—
Entfernung d. Nägel	3/6 – 4/6	—	3/6 – 4/6	13 1/2 M	5/6	—

Nummer	Modell	35	Modell	226	280
Alter		22		53	29
Nebenverletzungen		+		+	+
Zahl der Nägel		4		4	7
Stabilität		φ		φ	++
Zusätzliche Fixation		+		+	φ
Hospitalisierung		122 T		63 T	63 T
volle Gelenkfunktion	re	—	li	—	—
Entfernung d. Nägel	4/6 – 5/6	2 1/2 M	4/6 – 5/6	—	—

D. Refrakturen

Abb. 7: Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehörenden Fälle rechts daneben.

Nummer	Modell	16	Modell	41	Modell	155
Alter		26		21		25
Nebenverletzungen		φ		φ		φ
Zahl der Nägel		10		6		8
Stabilität		++		++		++
Zusätzl. Fixation		φ		φ		+
Hospitalisierung	li	460 T	re	19 T	li	69 T
volle Gelenkfunktion		–		4 M		
Entfernung d. Nägel		6 M		10 M		7 M
	4/6 – 5/6		4/6 – 5/6		2/6	

Fall Nr. 16 war zuerst ein Zweispaltbruch mit kleinerem Bieungskeil; durch eine Refraktur, die nicht sofort korrigiert wurde, entwickelte sich später eine Pseudarthrose. Unter den Pseudarthrosen ist dieser Fall nochmals aufgeführt.

Fall Nr. 41 war eine Querfraktur.

Fall Nr. 155 war ein kurzer Schrägbruch; er mußte durch die Refraktur abermals genagelt werden.

E. Pseudarthrosen

Abb. 8: *Beginnende Pseudoarthrosen*

Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehören-
den Fälle rechts daneben

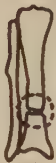
Nummer	Modell	187	Modell	238
Alter		55		18
Nebenverletzungen		φ		φ
Zahl der Nägel		7		8
Stabilität		++		++
Zusätzl. Fixation		φ		φ
Hospitalisierung		25 T		19 T
volle Gelenkfunktion		–		–
Entfernung d. Nägel	4/6	5 M	4/6	6 M

Abb. 9: *Ausgebildete Pseudoarthrosen*

Abb. 9a: Bruchlokalisation 3/6 – li Extremität

Modell	Nummer	109	111	116	142	154	230	237
	Alter	34	24	18	22	31	21	22
	Nebenverletzungen	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
	Zahl der Nägel	15	8	13	13	10	10	9
	Stabilität	++	++	++	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
	Hospitalisierung	44 T	57 T	29 T	35 T	35 T	73 T	92 T
	volle Gelenkfunktion	–	–	–	–	–	–	–
	Entfernung d. Nägel	5 M	4 1/2 M	–	5 M	10 M	12 M	7 M

Abb. 9b: Bruchlokalisation 4/6 – li Extremität

Modell	Nummer	60	70	79	151	215	293
	Alter	22	21	53	30	74	24
	Nebenverletzungen	φ	φ	φ	φ	φ	φ
	Zahl der Nägel	8	7	13	9	6	10
	Stabilität	++	++	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	φ	+	φ	φ	φ	φ
	Hospitalisierung	39 T	123 T	121 T	150 T	27 T	–
	volle Gelenkfunktion	–	–	–	–	–	–
	Entfernung d. Nägel	9 M	8 M	18 M	16 M	24 1/2 M	–

Abb. 9: Ausgebildete Pseudarthrosen

Abb. 9c: Bruchlokalisation 4/6 - 5/6 - li Extremität

Modell	Nummer	16	84	112	146	233	256
	Alter	26	28	25	19	58	37
	Nebenverletzungen	φ	φ	φ	φ	φ	φ
	Zahl der Nägel	10	6	9	10	9	10
	Stabilität	++	++	++	++	++	++
	Zusätzl. Fixation	φ	φ	φ	φ	φ	φ
	Hospitalisierung	460 T	66 T	49 T	37 T	27 T	59 T
	volle Gelenkfunktion	-	-	-	-	-	-
	Entfernung d.Nägel	6 M	5 1/2 M	7 1/2 M	6 M	12 M	8 M

Abb. 9d: Die jeweiligen Bruchlokalisationen sind bei den Modellen aufgeführt, die dazu gehörenden Fälle rechts daneben.

Nummer	Modell	141	Modell	260	271	273
Alter		19		41	19	19
Nebenverletzungen		φ		φ	φ	φ
Zahl der Nägel		6		7	13	5
Stabilität		++		++	++	φ
Zusätzl. Fixation		+		φ	φ	+
Hospitalisierung		56 T		23 T	8 T	74 T
volle Gelenkfunktion		-		-	-	-
Entfernung d.Nägel	2/6 3/6	10 M	3/6	-	-	1 1/2 M

Nummer	Modell	24	170	Modell	122	Modell	262
Alter		52	23		23		22
Nebenverletzungen		φ	φ		φ		φ
Zahl der Nägel		6	10		9		9
Stabilität		+	++		++		++
Zusätzl. Fixation		+	φ		φ		φ
Hospitalisierung		41 T	37 T		24 T		16 T
volle Gelenkfunktion		1/2 M	-		-		-
Entfernung d. Nägel	3/6 - 4/6	9 M	7 M	4/6 - 5/6	4 M	5/6	-

2. Tabelle: Anzahl der verschiedenen Bruchlokalisationen

Lokalisation	Anzahl
2/6	7
2/6 – 3/6	12
3/6	92
3/6 – 4/6	32

Lokalisation	Anzahl
4/6	65
4/6 – 5/6	48
5/6	30

Anmerkung:

Um die Fraktur genau lokalisieren zu können, wurde der Unterschenkel in 1/6 eingeteilt.

In einem Fall (Nr. 296), mit doppelseitiger Fraktur, fehlte die Angabe der Bruchlokalisation.

Die 5 Pseudarthrosen, die nochmals zur Nagelung kamen, wurden nicht nochmals aufgeführt; ebenso die beiden Refrakturen (1 Refraktur kam ohne vorherige Nagelung zur Aufnahme; diese ist in der obigen Tabelle enthalten).

B. Spezieller Teil

1. Gefahren der Bündelnagelung

Bei 84,1 % aller Fälle verlief die Bündelnagelung ohne jegliche Komplikationen: die Wundheilung war ungestört und die Frakturen verheilten knöchern fest und achsengerecht.

Bei insgesamt 47 Fällen (15,9 %) traten postoperativ verschieden schwere Komplikationen auf: davon wiesen 35 Fälle (11,8 %) nur eine und 12 Fälle (4,1 %) mehrere Komplikationen auf. Zur besseren Übersicht und zur genauen Information werden diese Fälle im folgenden Abschnitt einzeln aufgeführt.

a) *Fettembolie:*

In 2 Fällen trat postoperativ eine Fettembolie auf:

Fall Nr. 111, ♂ 35 J: Es lag hier eine Pseudarthrose bei Z. n. Küntschernagelung vor; in der hiesigen Klinik erfolgte eine Umstellungsosteotomie mit anschließender Bündelnagelung. Postop. trat vorübergehend ein partieller Rechtsschenkelblock auf. Die Wundheilung war p.p. Die Fraktur verheilte stabil und achsengerecht. Ob es sich in diesem Fall um einen OP-Schock gehandelt haben könnte, bleibt zweifelhaft, da weitere wichtige klinische Anzeichen hierfür fehlten. Die Deutung des Rechtsschenkelblockes im Sinne einer Fettembolie lag hier näher.

Fall Nr. 232, ♂ 26 J: Es handelte sich um eine offene Unterschenkelfraktur, hervorgerufen durch einen Verkehrsunfall während der Arbeitszeit, mit schwerem Schockzustand und zusätzlichen Frakturen. Die Operation erfolgte noch am Tage des Unfalls. Postop. ließen sich im EKG Zeichen einer Fettembolie nachweisen; unter hochdosierter Lipostabilbehandlung und Gaben von Reomacrodex trat aber eine rasche Besserung ein. Die Fraktur ließ sich achsengerecht stabilisieren. Die weitere Behandlung erfolgte in einem auswärtigen Krankenhaus.

b) *Banale Wundinfektion und Osteomyelitis:*

In 24 Fällen (8,5 %) kam es postop. zu einer banalen oberflächlichen Wundinfektion an der Nägeleinschlagstelle oder der komplizierenden Wunde (bei 7 Fällen = 29,1 % lag eine offene Fraktur vor); in allen 24 Fällen konnte eine Heilung durch konservative Maßnahmen erreicht werden.

In 11 Fällen (3,9 %) entwickelte sich eine Osteomyelitis. In 3 von diesen Fällen lag eine offene Fraktur vor und weitere 3 Fälle waren offen reponierte Pseudarthrosen (zu den 11 postoperativ aufgetretenen Osteomyelitisfällen kam es nach 27,2 % offenen und nach 72,8 % geschlossenen Frakturen). 7 von den 11 Osteomyelitis-Fällen konnten mit Erfolg hier behandelt werden; 2 Fälle wurden auswärts weiterbehandelt, wobei angenommen werden darf, daß ein Erfolg durch die Therapie erreicht wurde; in 2 Fällen, die erst vor kurzer Zeit zur Aufnahme kamen, ist die Osteomyelitis noch nicht zum Stillstand gekommen. In 1 Fall (Nr. 273) lag eine ausgeprägte Osteomyelitis schon bei der Aufnahme vor, und in einem weiteren Fall (Nr. 154) waren zumindest Anzeichen für eine Osteomyelitis bei der Aufnahme vorhanden.

c) Verzögerte Bruchheilung:

Bei 18 Patienten (6,4 %) kam es zu einer deutlichen Verzögerung in der Bruchheilung (die Konsolidierungszeit betrug durchschnittlich 5,9 Monate).

d) Pseudarthrosen:

In 11 Fällen (3,9 %) kam es nach der Bündelnagelung zu einer Pseudarthrose. Hiervon wurden 5 primär instabil genagelte Fälle abermals durch eine Bündelnagelung jetzt korrekt stabilisiert. In 5 Fällen konnte ein befriedigendes Ergebnis durch andere Behandlungsmethoden erzielt werden (in 3 Fällen (Nr. 40, 176, 181) konnte durch eine Phemisterspananlagerung und in 2 Fällen (Nr. 155, 183) durch eine AO-6-Lochplattenfixierung eine Knochenbruchheilung erreicht werden). Bei 1 Fall (Nr. 273), der schon als Pseudarthrose mit bestehender Osteomyelitis zur Aufnahme kam, konnte noch keine abschließende Beurteilung gemacht werden (dieser Fall wird ausführlich unter dem Abschnitt „Vorbehandlung“ geschildert).

e) Nagelbruch:

In einem Fall kam es zu einem Nagelbruch:

Fall Nr. 40, ♂ 29 J: Kurzer Unterschenkelschrägbruch re 5/6 — 6 Nägel. Eine

zunehmende Belastung war wegen einer Nebenverletzung schwierig. Die Frakturheilung war verzögert und es entwickelte sich eine Pseudarthrose. 1 3/4 Jahre später erfolgte eine Korrektur durch Phemister-spananlagerung. Die Kallusbildung nahm jetzt deutlich zu. 4 1/2 Jahre nach der Bündelnagelung erfolgte die Nägelentfernung; hierbei wurde festgestellt, daß sich ein Nagelfragment abgebrochen hatte und nach distal durchgearbeitet hatte. Es wurde nicht mitentfernt und sollte notfalls später extrahiert werden. Die Fraktur war knöchern fest überbrückt und achsengerecht.

f) Gelenkschädigung:

In einem Fall kam es zu einer Gelenkschädigung:

Fall Nr. 54, ♀ 67 J.: — 9 Nägel — postoperativ konnte das Knie nicht durchgestreckt werden; außerdem bestanden heftige Schmerzen; eine Belastungsfähigkeit war nicht gegeben. Ursache waren primär zu lang überstehende Nagelenden. 20 Tage postop. erfolgte eine Nägelkürzung (2–3 cm) und die Nägelzahl wurde auf 11 erhöht; anschließend gestreckte Lagerung auf einer Volkmann-Schiene. Der weitere Verlauf war dann komplikationslos. 1/2 Jahr später wurden die Nägel entfernt. Es bestand weitgehende Beweglichkeit in allen Gelenken.

g) Nägelwanderung:

In 8 Fällen kam es zu einer Nägelwanderung:

Fall Nr. 47, ♂ 20 J.: — 6 Nägel — Operation und stationärer Verlauf waren regelrecht. Bei der Nägelentfernung wurde eine Nagelwanderung festgestellt. Beschwerden und eine Bewegungseinschränkung bestanden außer einem kleinen Kniegelenkserguß nicht.

Fall Nr. 58, ♂ 24 J.: — 6 Nägel — postop. kam es zu einer einfachen Wundinfektion, die aber unter Antibiotikagabe abklang. 3 1/2 Monate nach der Operation mußte ein Nagel entfernt werden, der sich unter die Haut am inneren unteren Pol der Patella vorgearbeitet und große Schmerzen verursacht hatte.

Fall Nr. 63, ♂ 58 J.: 2 1/2 Monate postop. wurde bei einer amb. Röntgenkontrolle festgestellt, daß 1 Nagel in Richtung Kniegelenk etwas gewandert war. Beschwerden wurden keine angegeben. Die Fraktur war fest und die Beweglichkeit in allen Gelenken frei. Die Nägel liegen noch.

Fall Nr. 178, ♂ 26 J.: — 10 Nägel — Operation und stationärer Verlauf waren regelrecht. 2 1/2 Monate postop. mußte 1 Nagel entfernt werden, der zum Kniegelenk gewandert war und große Schmerzen verursacht hatte. Der Rest der Nägel blieb liegen, weil die Fraktur noch nicht fest war. Die Schmerzen verschwanden nach der Nägelentfernung.

Fall Nr. 193, ♂ 16 J: — 9 Nägel — Operation und stationärer Verlauf waren regelrecht. 2 1/2 Monate war eine erneute stat. Aufnahme wegen einer Nagelwanderung nötig, da die Gefahr der Hautdurchbohrung bestand. Die Nägel wurden wieder in die richtige Stellung eingeschlagen. Bei der Nägelentfernung bestand über der Einschlagstelle eine Fistel, die aber durch Drainagen und Antibiotika abgeheilt werden konnte. Die Fraktur war stabil und achsengerecht. Eine Bewegungseinschränkung bestand nicht.

Fall Nr. 203, ♂ 18 J: — 7 Nägel — Operation und stationärer Verlauf waren regelrecht. 3 1/2 Monate postop. hatten sich die Nägel gelockert und waren an der Nägeleinschlagstelle prominent. Sie wurden gekürzt; der weitere Verlauf war völlig komplikationslos. Die Fraktur verheilte fest und achsengerecht ohne Bewegungseinschränkung.

Fall Nr. 230, ♂ 21 J: — Pseudarthrose bei bestehender Osteomyelitis, 10 Nägel — 5 Monate postop. mußten die Nägel wegen einer Wanderung nachgeschlagen werden; gleichzeitig wurden 2 neue Nägel hinzugefügt. Außer einer verzögerten Bruchheilung traten keine Komplikationen auf. Bei der Nägelentfernung war die Fraktur fest knöchern durchbaut und achsengerecht. Die vorher bestandene starke Bewegungseinschränkung hatte sich fast behoben.

Fall Nr. 237, ♂ 22 J: Eine exakte Reposition während der Operation gelang nicht. Noch während des stationären Aufenthaltes, der sich durch zusätzliche Frakturen verlängerte, war ein Nagel ins Kniegelenk gewandert. Dieser wurde 1 1/2 Monate postop. wieder in die richtige Stellung nachgeschlagen, und die übrigen Nägel durch 2 weitere ergänzt. Durch die nicht geglückte Reposition entwickelte sich eine Pseudarthrose (X-Stellung). 6 1/2 Monate nach der 1. Operation erfolgte eine Umstellungsosteotomie mit abermaliger Bündelnagelung. Jetzt konnte eine gute Stabilität bei achsengerechter Stellung erreicht werden. Die Beweglichkeit war in allen Gelenken völlig frei.

h) Nagelungsfrakturen:

Bei 2 Patienten kam es zu Nagelungsfrakturen:

Fall Nr. 98, ♀ 25 J: — 10 Nägel — während der Operation kam es zu einer Markraumsprengung. 21 Tage postop. wurden die Nägel entfernt; die weitere Behandlung war konservativ (Oberschenkeliegegips). Nach 9 Monaten zeigte sich ein guter knöcherner Durchbau bei achsengerechter Stellung. Die Bewegung war nur im oberen Sprunggelenk noch geringgradig eingeschränkt.

Fall Nr. 181, ♂ 34 J: — 11 Nägel — bei der Operation war die Markhöhle aufgebohrt worden. Bei einer Röntgenkontrolle zeigte sich eine Knochen-

absprengung im distalen Fragment. 1 Monate postop. wurden die Nägel wegen Haltlosigkeit entfernt. Die weitere Behandlung war konservativ (Oberschenkellegegips). Es entwickelte sich eine Pseudarthrose, die durch Wadenbeinresektion, Phemisterspananlagerung und Oberschenkellegegips zu korrigieren versucht wurde.

i) Nervenschädigung:

Bei 10 Patienten kam es zu sekundären Nervendruckschädigungen; davon waren 9mal der N. peroneus und 1 mal der N. Ischiadicus betroffen. In 8 Fällen konnte durch eine Elektrotherapie und durch intensive krankengymnastische Behandlung eine völlige Wiedererlangung der Funktion erzielt werden. In 2 Fällen entwickelte sich zusätzlich ein Sudeck-Syndrom:

Fall Nr. 176, ♂ 59 J: Da auf eine entsprechende Behandlung des Sudeck-Syndroms und der Peroneusparesie keine Besserung erreicht wurde, wurden die Nägel vorzeitig entfernt und ein Oberschenkellegegips angelegt. Die anfangs achsengerechte Frakturstellung führte zu einer Pseudarthrose. Es erfolgte eine operative Stellungskorrektur mit Phemisterspananlagerung; es wurde zwar eine achsengerechte Stellung erzielt, jedoch kam es nur zu einer spärlichen Kallusbildung. Das Bein wurde weiterhin durch einen Gipsverband ruhiggestellt. Später erfolgte eine 1 1/2 Monate dauernde stationäre Sudeck-Behandlung. Eine abschließende Beurteilung konnte nicht gemacht werden, da der Patient vermutlich auswärts weiterbehandelt wurde.

Fall Nr. 184, ♂ 28 J: postoperativ traten neben einer Peroneuslähmung auch Zeichen eines Sudeck-Syndroms auf. Trotz intensiver Therapie machte die Wiedererlangung der Funktion nur zögernde Fortschritte. Die Kallusbildung war ebenfalls verzögert. Die Weiterbehandlung erfolgte dann auswärts. Bericht von dort: Fraktur ist fest bei geringer Kallusbildung. Das Sudeck-Syndrom mit erheblicher Bewegungseinschränkung der Sprunggelenke bestehe noch.

Im Fall Nr. 90, ♂ 16 J, kam es postoperativ zu einer Ischiadicusparesie. Durch Elektrotherapie kam es zu einer raschen Besserung. 6 1/2 Monate später bei der Nägelentfernung waren alle Gelenke frei beweglich.

k) Metallose und Sudeck-Syndrom:

Ausrisse am Knochenfenster waren nicht aufgetreten.

Ca. 30 % aller Patienten klagten über Spontanschmerzen ohne Funktionsbeeinträchtigung bei korrekter Nagellage. Diese Beschwerden, die als Ausdruck eines Fremd-

körperreizes unter den Begriff „Metallose“ fallen, verschwanden bald nach der Nägelentfernung.

Bei 9 Patienten bildete sich ein Sudeck-Syndrom aus; 7 Fälle wiesen ein beginnendes, 2 ein ausgebildetes Sudeck-Syndrom auf. In 3 Fällen war eine besondere Behandlung nicht nötig; weitere 3 Fälle wurden durch eine gezielte Sudeck-Behandlung erfolgreich geheilt. In den restlichen 3 Fällen konnte keine abschließende Beurteilung gemacht werden:

Fall Nr. 140, ♀ 21 J: Ein Sudeck-Syndrom (Stadium 1) wurde bei der Nägelentfernung festgestellt. Die entsprechende Behandlung wurde ambulant durchgeführt.

Fall Nr. 176: siehe unter Nervendruckschädigungen

Fall Nr. 184: siehe unter Nervendruckschädigungen

1) Komplizierende Unfallfolgen:

Bei einer Reihe von Fällen traten, wie oben schon angeführt, weitere Komplikationen als direkte Unfallfolge auf:

In 8 Fällen mußten Hautdefekte entweder durch Reverdin-Läppchen oder durch Thiersch-Transplantate gedeckt werden.

2mal trat eine Kontraktur auf:

Fall Nr. 19, ♂ 20 J: Postoperativ kam es zu einer leichten Bewegungseinschränkung der Zehen mit Sensibilitätsstörungen; es wurde ein Zinkleimverband angelegt. 10 Monate postop. wurde die Sehnenbeugekontraktur der 1. und 2. Zehe, die durch breitflächige Verwachsungen in Frakturhöhe bedingt war, operativ behoben. Die Beweglichkeit der Zehen und des unteren und oberen Sprunggelenkes normalisierte sich in der Folgezeit. Die Fraktur verheilte stabil und achsengerecht.

Fall Nr. 116, ♂ 17 J: — Pseudarthrose — durch eine Umstellungsosteotomie mit Bündelnagelung wurde eine gute Stabilität und achsengerechte Stellung erreicht. Die Beweglichkeit war im Kniegelenk frei, in den Sprunggelenken aber erheblich eingeschränkt; es kam zu einer Krallenstellung der Zehen. Eine Besserung durch intensive krankengymnastische Übungen ergab sich während der stationären Behandlung nicht. Die weitere Behandlung wurde dann auswärts durchgeführt.

m) Nachreposition:

In 2 Fällen (Nr. 72, 103) mußte nachreponiert werden, da postop. eine ungünstige Stellung eingetreten war. Der weitere Verlauf war in beiden Fällen regelrecht, und die Frakturen verheilten stabil und achsengerecht.

n) Refrakturen:

5 mal trat eine Refraktur nach vorhergegangener Bündelnagelung auf. Bei 2 Fällen lagen die Nägel noch, bei 3 waren sie schon entfernt. Bei 3 Patienten wurde konservativ behandelt: Nr. 143 und 254 wurden in Allgemeinnarkose neu reponiert und durch Gipsverband ruhiggestellt. Bei Fall Nr. 267 war keine erneute Reposition erforderlich: hier wurde das Bein hochgelagert und mit feuchten Verbänden behandelt. In diesen 3 Fällen verheilten die Frakturen fest und achsengerecht.

Bei Fall Nr. 16, ♂ 26 J., entstand durch eine Beinverdrehung ein erheblicher Außenrotationsfehler im alten Bruchbereich. Die daraus entstandene Pseudarthrose wurde dann erneut durch eine Umstellungsosteotomie mit Bündelnagelung in eine achsengerechte Stellung gebracht. Der weitere Verlauf wurde durch eine Osteomyelitis kompliziert. Nach 1 1/2 Jahren konnte der Prozeß nach 2 vorhergegangenen Sequestrotomien unter erheblichem Muskelschwund, aber bei achsengerechter Stellung zum Stillstand gebracht werden.

Bei Fall Nr. 155, ♂ 25 J., führte ein schwerer Arbeitsunfall zu einer Refraktur. Hier wurde die Fraktur auch zum zweiten Mal durch eine Bündelnagelung stabilisiert. Die Reposition gelang nur mühsam und die Markhöhle wurde aufgefräst; 8 Nägel wurden eingeschlagen; eine gute Frakturstellung wurde nicht erreicht. Es entwickelte sich später eine Pseudarthrose, die dann durch eine Umstellungsosteotomie mit einer AO-6-Lochplatte bei gleichzeitiger Kieler-Span-Anlagerung in eine achsengerechte Stellung gebracht wurde.

Bei Fall Nr. 48, ♂ 37 J., gefährdete eine 2 Monate postop. aufgetretene mediale Schenkelhalsfraktur die achsengerechte Stellung und den Heilungsverlauf des re Unterschenkels nicht.

o) Allgemeine Komplikationen:

In weiteren einzelnen Fällen traten während der stationären Behandlung noch folgende Komplikationen auf, die sich aber auf die Frakturheilungen nicht auswirkten: Eine Bronchopneumonie, ein Lungeninfarkt, ein Verdacht auf eine Lungenembolie, ein Herzinfarkt; bei einer Patientin lag eine Schwangerschaft vor (10. Monat); diese

Patientin wurde aber vor der Nagelung zur Geburtseinleitung in die Frauenklinik gebracht.

Bei 3 Patienten (Nr. 79, 198, 287) lag ein Diabetes mellitus vor. Negative Auswirkungen auf die Frakturheilungen konnten nicht festgestellt werden.

p) Leichte Komplikationen:

Bei 40 Patienten (14,2 %) kam es zu einer serösen Wundabsonderung bzw. zu einer Hämatombildung an der Nägeleinschlagstelle. Zu einem Erguß kam es in 13 Fällen (4,6 %), von welchen bei 12 das Kniegelenk und bei 1 das Sprunggelenk betroffen waren. Alle diese Störungen konnten konservativ mit Erfolg behandelt werden.

Verteilung der Komplikationen nach

- 1. Bruchlokalisationen*
- 2. Alter*
- 3. Geschlecht*

38 mal waren Männer, 9 mal Frauen von Komplikationen betroffen.

3. Tabelle: Bezogen auf das Alter der Patienten verteilten sich die Komplikationen in folgender Weise:

Alter	Komplikationen	Gesamtzahl der Patienten
1 — 10 Jahre	1	1
11 — 20 Jahre	10	64
21 — 30 Jahre	19	104
31 — 40 Jahre	5	45
41 — 50 Jahre	2	18
51 — 60 Jahre	7	30
61 — 70 Jahre	2	15
71 — 80 Jahre	1	4

4. Tabelle: Bezogen auf die Bruchlokalisationen verteilen sich die Komplikationen in folgender Weise:

Bruchlokalisation	Komplikationen	Gesamtzahl der Frakturen
2/6	2	7
2/6 – 3/6	4	12
3/6	13	92
3/6 – 4/6	3	32
4/6	11	65
4/6 – 5/6	10	48
5/6	4	30

2. Nebenverletzungen

In 98 Fällen (34,8 %) kam es zu Nebenverletzungen. Bei 26 Patienten waren es nur leichte Verletzungen; 42 hatten zusätzliche schwere Frakturen, 12 schwere Weichteilverletzungen, 55 Schädel-Hirnverletzungen und 4 zusätzliche innere Verletzungen.

2 Fälle kamen mit einer primären Nervenschädigung zur Aufnahme:

Fall Nr. 22, ♀ 58 J.: – kurzer Unterschenkelschrägbruch li im 3/6 bei leichter Peroneusparese – ; diese Lähmung wurde damals mit Vit. B 12 und Ronicol-Compositum behandelt. 4 1/2 Monate später bei der Nägelentfernung war die Parese nicht mehr feststellbar.

Fall Nr. 43, ♀ 16 J.: – offener Zweispaltbruch mit kleinem Biegungskeil im 4/6 li – ; es bestand bei der Aufnahme eine Hemiparese re. Diese hatte aber auf die Frakturheilung keinen Einfluß. Der Bruch verheilte stabil und achsengerecht. Die Beweglichkeit war bei gutem Gehvermögen in allen Gelenken frei.

In 2 Fällen lag bei der Aufnahme eine Osteomyelitis vor. Bei beiden handelte es sich um eine Pseudarthrose. In einem Fall (Nr. 230) konnte die Osteomyelitis zur Ausheilung gebracht werden. Im anderen Fall (Nr. 273) konnte bis jetzt trotz

intensiver Therapie kein befriedigendes Ergebnis erzielt werden.

3 Patienten verstarben postoperativ. Ursachen für den Exitus letalis waren in allen Fällen schwere Nebenverletzungen:

Fall Nr. 175, ♂ 22 J.: Dieser verstarb 42 Tage nach der Aufnahme (34 Tage postop.). Todesursache: Hirnstammquetschung; zentrale Regulationsstörungen.

Fall Nr. 226, ♂ 53 J.: Dieser verstarb 5 Monate nach der Aufnahme (4 Monate postop.). Am 10. postop. Tag wurde der Patient auf Wunsch seiner Angehörigen in ein auswärtiges Krankenhaus verlegt. Todesursache: Herz- und Kreislaufversagen nach einer Stammhirnkontusion.

Fall Nr. 246, ♂ 55 J.: Dieser verstarb bereits 2 Tage nach der Aufnahme (1 Tag postop.). Todesursache: Herz- und Kreislaufversagen nach schwerer Schädel-Hirnverletzung.

Bei 214 Patienten lag gleichzeitig eine Fibulafaktur vor.

3. Vorbehandlung

37 Fälle wurden vorher auswärts behandelt, wobei bei 23 die Behandlung angegeben war: In 11 Fällen wurde ein Gipsverband, in 4 Fällen Extensionen und in einem Fall eine Extension und ein Gips angelegt. Bei 5 Patienten war bereits auswärts eine Nagelung vorgenommen worden, bei 2 eine Verschraubung.

Folgende Nagelungen kamen auswärts zur Anwendung:

Fall Nr. 105, ♂ 23 J.: → 1 Küntscher-Nagel und 4 Drahtcerclagen — . Es handelte sich damals um eine lange Unterschenkelzweispaltfraktur im 3/6 re. Es wurde keine Festigkeit erreicht; außerdem bestand ein Valgus- und Rückwärtsknick. Die hier ausgeführte Bündelnagelung brachte zwar eine achsengerechte Stellung, jedoch nahm die Frakturheilung durch eine verzögerte Kallusbildung nur sehr langsam zu. Daher mußte 15 Monate später bei der Nägelentfernung noch immer mit Gipsverbänden weiterbehandelt werden, wobei nicht voll belastet werden durfte.

Fall Nr. 111, ♂ 25 J.: — Fraktur im 3/6 li — auswärts wurde eine Küntschernagelung ausgeführt. Die Frakturheilung führte zu einer Pseudarthrose (leichter X-Knick mit Innenrotation). Durch eine Umstellungsosteotomie mit Bündelnagelung konnte hier ein guter knöcherner Fraktur-

durchbau bei achsengerechter Stellung erreicht werden.

Fall Nr. 141, ♂ 17 J.: – Fraktur im 2/6 – 3/6 re – auswärts wurde eine Küntschernagelung ausgeführt. 26 Monate nach dieser Nagelung kam der Patient bei bereits entferntem Nagel mit einer Pseudarthrose (erhebliche Rekurvation) zur Aufnahme. Durch eine Umstellungsosteotomie mit Bündelnagelung konnte auch hier eine achsengerechte Stellung und volle Frakturstabilität erreicht werden.

Fall Nr. 154, ♂ 31 J.: – Fraktur im 3/6 li – auswärts wurde zunächst 10 Wochen mit Streckverband und Gips behandelt. Wegen einer Pseudarthrosengefahr entschloß man sich zu einer Nagelung mit Rush-Pin. Es entwickelte sich aber doch eine Pseudarthrose (Rekurvations- und Varusstellung). Hier erfolgte eine Umstellungsosteotomie mit Bündelnagelung; die Kallusbildung war verzögert. Es wurde aber eine achsengerechte Stellung bei ausreichender Festigkeit erzielt.

Fall Nr. 240, ♂ 22 J.: – Fraktur im 3/6 re – auswärts wurde eine Bündelnagelung ausgeführt. 6 Monate später kam der Patient mit einer Pseudarthrose hier zur Aufnahme. Durch eine Umstellungsosteotomie mit abermaliger Bündelnagelung konnte hier eine gute Frakturstabilität bei achsengerechter Stellung erreicht werden.

Folgende Verschraubungen kamen auswärts zur Anwendung:

Fall Nr. 215, ♂ 74 J.: – Fraktur im 4/6 li – im Ausland wurde die Fraktur durch eine Lane-Platte fixiert. Es entwickelte sich eine Pseudarthrose, die noch erhebliche Wackelbewegungen aufwies. 7 1/2 Monate später wurde hier eine Umstellungsosteotomie mit Bündelnagelung vorgenommen. Der postop. Verlauf war komplikationslos. Es wurde eine ausgezeichnete Festigkeit bei achsengerechter Stellung erreicht. Da der Patient erst nach über 2 Jahren zur Nägelentfernung kam, zeigten die Nägel schon erhebliche Korrosionserscheinungen und die Markhöhle war mit ausgedehnten Granulationen mit stärkerer Eisenpigmentierung ausgefüllt. Der Frakturbefund war jedoch unverändert gut.

Fall Nr. 293, ♂ 24 J.: – Fraktur im 4/6 li – auswärts wurde eine nicht näher angegebene Verschraubung ausgeführt. Es entwickelte sich eine Pseudarthrose (Varus- und Antekurvationsstellung mit Aussprengung eines vorderen Corticaliskeiles aus dem distalen Tibiafragment). Hier erfolgte 14 1/2 Monate später eine Umstellungsosteotomie mit Bündelnagelung. Das Bein zeigte eine gute Übungsstabilität bei achsengerechter Stellung. Eine abschließende Beurteilung konnte noch nicht gemacht werden.

Bei den Patienten, die direkt nach dem Unfallereignis in die Chirurg. Universitätsklinik Erlangen kamen, wurden 27 mit Gipsverband, 182 mit einer Calcaneusdraht-

extension und 1 mit einer Kirschnerdrahtumschlingung mit zusätzlichem Gipsverband vorbehandelt. 1 Fall nimmt eine Sonderstellung ein, wobei die Vorbehandlung an der hiesigen Klinik erfolgte:

Fall Nr. 273, ♂ 19 J.: — offene Fraktur im 3/6 re — zuerst wurde die Fraktur verschraubt. 1 1/2 Monate später nahm man eine Küntscher-Nagelung vor. Der Fall komplizierte sich durch eine Osteomyelitis. Da die Festigkeit im Frakturbereich gering war, mußte zusätzlich mit Gipsverband behandelt werden. Es entwickelte sich eine Pseudarthrose. Nach 1 Jahr entschloß man sich zu einer Umstellungsosteotomie mit Bündelnagelung. Der alte Küntschernagel blieb hierbei liegen und die Markhöhle wurde um ihn herum mit 5 Nägeln aufgefüllt. Anfangs bestand eine gute Stabilität und achsengerechte Stellung. Wegen der Osteomyelitis mußten die Nägel jedoch frühzeitig entfernt werden. Die Folge war wieder eine Pseudarthrose. Vor einer erneuten operativen Revision sollte aber erst die Osteomyelitis ausgeheilt sein. Ein abschließender Befund lag noch nicht vor.

4. Operationsverlauf

291 (98,6 %) Bündelnageloperationen verliefen komplikationslos. In 1 Fall (Nr. 63) fehlte zwar der OP-Bericht, doch durfte aus dem weiteren Verlauf angenommen werden, daß die Bündelnageloperation hier ebenfalls ohne Komplikationen verlaufen war.

In einem Fall Nr. 279, ♂ 16 J., — Trümmerfraktur im 4/6 li — wurde die Operation dadurch kompliziert, daß sich die Fragmente nicht exakt reponieren ließen. Von einem Schnitt über der Tibiaaußenseite mußte eine offene Reposition vorgenommen werden, wobei ein Fragment mit 2 Drahtcerclagen fixiert wurde; anschließend wurden 8 Nägel über die Fraktur geschlagen. Da die Fraktur am OP-Ende wieder in sich kippte, wurde nochmals eine grobmanuelle Reposition ausgeführt, wodurch eine befriedigende Stellung erreicht wurde. Die Operation stand unter Antibiotikaschutz. Der postop. Verlauf war regelrecht. Bei der Entlassung zeigte die Fraktur eine gute und achsengerechte Stellung.

In 3 Fällen kam es zu einer Notnagelung:

Fall Nr. 150, ♂ 21 J.: — offene Trümmerfraktur im 4/6 li — Nebenverletzungen: schwerer Schockzustand, zusätzlich schwere Frakturen und Weichteilverletzungen. Noch vor der Operation kam es zu einer Fettembolie und zu Wundinfektionen an allen Extensionsbohrlöchern. Für die

Operation bestand ein großes Risiko. Unter absinkendem RR (100 mm Hg) und ansteigendem Puls (116/min) wurden beide Oberschenkel und die li Unterschenkelfraktur durch eine Bündelnagelung versorgt, wobei es während der ganzen OP-Dauer fortwährend aus den Wunden blutete. Die Operation fand unter hochdosiertem Antibiotikaschutz statt. Die Unterschenkelfraktur konnte aber bei achsengerechter Stellung mit 8 Nägeln voll stabilisiert werden. Auf der Wachstation besserte sich der bedrohliche Zustand bald. Im weiteren Verlauf mußte zur Prophylaxe eines Spitzfußes eine Gipsschiene angelegt werden. Die Unterschenkelfraktur zeigte 13 Monate später bei der Nägelentfernung eine gute knöcherne Festigung und achsengerechte Stellung. Eine Bewegungs einschränkung bestand nicht.

Fall Nr. 226, ♂ 53 J.: — offene Trümmerfraktur im 4/6 – 5/6 li – Nebenverletzungen: Stammhirnkontusion und eine zusätzliche schwere Fraktur. Die Unterschenkelfraktur ließ sich bei der Operation nur notdürftig einstellen. Von 2 Fenstern im Tibiakopf wurden je 2 Nägel (insges. 4 Nägel) über die Fraktur geschlagen. Eine ideale Stellung wurde nicht erreicht, ebenfalls keine Stabilität. Daher wurde eine Gipsschiene angelegt. Der Patient war während des ganzen stationären Aufenthaltes durch die Schädel-Hirnverletzung weitgehend unansprechbar. Er verstarb 4 Monate postop. auswärts (siehe Nebenverletzungen).

Fall Nr. 246, ♂ 55 J.: — offener Zweispaltbruch re mit mittelgroßem Biegeungskeil im 3/6 – Nebenverletzungen: schweres Schädel-Hirn-Trauma. 1 Tag nach dem Unfallereignis wurde die Fraktur genagelt; die Reposition gelang leicht und gut; von 2 Fenstern im Tibiakopf wurden insgesamt 7 Nägel eingeschlagen. Zum Wundschluß mußte ein Entlastungsschnitt an der Wade gemacht werden. Die Fraktur war übungstabil und achsengerecht. Der Patient war während der ganzen stationären Behandlung ohne Bewußtsein. Er verstarb 1 Tag postop. (siehe Nebenverletzungen).

In 1 Fall kam es während der Operation zu einer Markraumsprengung (Nr. 98 – siehe Komplikationen).

35 mal mußte die Markhöhle aufgefräst werden, damit genügend Nägel eingebracht und verteilt werden konnten.

In 250 Fällen (84,7 %) war die Reposition leicht, in 44 (15,3 %) schwierig durchzuführen. Bei den ersten Operationen wurde noch mit einem Einzinker, später mit Hilfe des Viermastkranes reponiert. Durch letztere Repositionsart konnte die hierfür benötigte Zeit verkürzt und auch wesentlich exakter reponiert werden.

In 61 Fällen (20,6 %) wurde die Bündelnageloperation sofort, d. h. am Tag des Unfallereignisses, bei 233 (79,4 %) erst nach entsprechender Operationsvorbereitung ausgeführt.

Bei 110 Fällen (37,2 %) stand die Operation oder der postoperative Verlauf unter Antibiotikaschutz.

5. Nachbehandlung

Bei 252 Patienten (89,7 %) wurde von der hiesigen Klinik eine Nachbehandlung mit krankengymnastischen Übungen durchgeführt; bei 3 Patienten (Todesfälle) wurde nicht mehr nachbehandelt.

26 Patienten (9,2 %) wurden wahrscheinlich auswärts in der entsprechenden Weise nachbehandelt.

6. Zahl der eingebrachten Nägel und erreichte Stabilität

Im Durchschnitt wurden pro Fall 7,9 Nägel (die Einzelzahl lag zwischen 3 und 15 Stück) verwendet. In 5 Fällen fehlte eine Angabe über die Zahl der eingebrachten Nägel.

Bei 291 Frakturen (98,6 %) wurden absteigende Nagelungen, d. h. vom Tibiakopf aus, ausgeführt. Bei 3 Frakturen (Nr. 113, 115, 155) wurde aufsteigend genagelt, d. h. von der lateralen Tibiakante ca. handbreit über dem Sprunggelenk; in allen 3 Fällen lag die Bruchlokalisation im 2/6. In einem Fall fehlte die Angabe über die Nagelungsart.

Bei 286 (96,9 %) Operationen wurde von 1 Fenster, bei 8 von 2 Fenstern im Tibiakopf aus genagelt. In einem Fall fehlte ebenfalls hierüber die Angabe. 270 genagelte Frakturen (91,5 %) erwiesen sich als voll stabil, 17 Fälle (5,8 %) als elastisch stabil und bei 8 genagelten Brüchen (2,7 %) konnte keine Stabilität erreicht werden. 10 von den 17 elastisch stabilen Frakturen wurden postoperativ durch einen Gipsverband fixiert. Bei den 8 primär instabil genagelten Frakturen zeigten 5 eine verzögerte Bruchheilung, bei 4 mußten die Nägel vorzeitig entfernt werden und 1 Fall war eine Notnagelung.

Eine postoperative Fixation war in 42 Fällen (14,2 %) nötig; bei 17 wurde ein Oberschenkelgips, bei 14 ein Unterschenkelgips, bei 3 eine Gipsschiene, bei 4 ein Zinkleimverband, bei 1 ein Zinkleimverband und Unterschenkelgips, bei 1 ein

Spitzfußzug und bei 1 ein Gehhülsenapparat angelegt. In einem Fall blieb die Calcaneusdrahtextension nach der Operation bestehen, außerdem wurde das Bein noch durch einen Unterschenkelgips fixiert. Von den 42 Fällen war bei 12 (4,1 %) eine zusätzliche Fixation wegen schwerer Nebenverletzungen erforderlich.

7. Frakturstellung

Eine achsensgerechte Stellung wurde in 266 Fällen (90,2 %) erreicht. Bei 9 trat postoperativ eine leichte Distraction bei achsensgerechter Stellung auf; diese Zwischenräume wurden aber bald knöchern überbrückt. In 13 Fällen kam es postoperativ zu einer Knickstellung und in 16 zu einer Ante- und Rekurvationsstellung.

Von den Knickstellungen entwickelten sich 5, von den Ante- und Rekurvationsstellungen 2 zu einer Pseudarthrose. Die anderen Stellungsfehler waren wohl nur vorübergehend bei Röntgenkontrollen zu sehen, denn sie führten, wie spätere Kontrollen zeigten, zu guter knöcherner Festigung bei achsensgerechter Stellung.

In 4 scheinbar achsensgerecht genagelten Fällen kam es trotzdem zu einer Pseudarthrose.

Von den insgesamt 27 ausgebildeten Pseudarthrosen konnten 19 mit Erfolg durch eine Bündelnagelung korrigiert werden; ebenfalls wurde eine stabile und gute Frakturstellung bei den 2 beginnenden Pseudarthrosen erreicht. In 6 Fällen lagen noch keine abschließenden Ergebnisse vor. In 2 Fällen war die Korrektur durch eine Bündelnagelung ohne Erfolg (Nr. 16, 273).

8. Wundheilung

Der postoperative Wundheilungsverlauf fand bei 246 Patienten (87,5 %) ohne jede Störung statt. Bei 33 Fällen war er verzögert; in allen 33 Fällen als Ursache hierfür Nebenverletzungen und postoperativ aufgetretene Komplikationen anzuführen.

Bei 110 Patienten (37,2 %) war der postoperative Verlauf unter Antibiotikaschutz

gestellt worden.

Bei 2 Patienten kam es zu keiner Wundheilung, da sie postoperativ verstarben.

9. *Dauer der Hospitalisierung*

Die bei allen 281 Kranken erforderliche Zeit der gesamten stationären Behandlung betrug im Mittel 41,2 Tage (7 — 460 Tage), wobei die Entlassung durchschnittlich am 23. postoperativen Tag erfolgte. Die im Durchschnitt relativ hohe Hospitalisierungsdauer wurde durch ca. 28,8 % aller Fälle hervorgerufen; diese Patienten wurden zum Teil erst konservativ vorbehandelt und kamen dadurch erst nach längerer Aufenthaltsdauer zur Operation; zum größeren Teil aber zeigten sie zusätzliche Nebenverletzungen oder postoperativ aufgetretene Komplikationen, welche den Krankenhausaufenthalt in die Länge zogen.

Der stationäre Aufenthalt betrug nur bei der Bündelnagelung im Mittel 28,6 Tage; bei den Patienten, bei welchen die Operation komplikationslos verlief, lag der stationäre Aufenthalt im Durchschnitt bei 20,7 Tagen, bei denen mit Komplikationen bei 69,6 Tagen.

Die stationäre Behandlung betrug nur bei der Bündelnagelentfernung im Durchschnitt 10,7 Tage; hiervon blieben die Fälle, die bei der Entfernung keine Komplikationen zeigten, im Durchschnitt 7,1 Tage, die mit Komplikationen 36,2 Tage in stationärer Behandlung.

Berücksichtigte man die Fälle, deren Aufenthalt sich nicht durch zusätzliche Nebenverletzungen oder Komplikationen verlängerte, so wurden alle diese Patienten im Durchschnitt am 11,8. postoperativen Tag entlassen.

In 39 Fällen war ein zusätzlicher stationärer Aufenthalt nötig, welcher in direktem Zusammenhang mit der Knochenverletzung stand; dieser lag im Durchschnitt bei 32,4 Tagen (2 — 300).

Bei 7 Patienten wurden die Nägel noch innerhalb ihres stationären Aufenthaltes entfernt, in welchem auch die Bündelnageloperation erfolgte.

10. Gelenkfunktion

Es führte zu verschiedenen Schwierigkeiten eine sichere und abschließende Beurteilung der Gelenkfunktion nach Unterschenkelbündelnagelungen geben zu können: in einem Teil der Fälle blieben die Patienten nach Erlangung einer ausreichenden Gehfähigkeit der weiteren ambulanten Behandlung fern; in einem anderen Teil der Fälle wurden Patienten aus kostentechnischen Gründen auswärts weiterbehandelt.

Dieser Auswertung liegt die Beurteilung der Gelenkfunktion bei der Entlassung der Patienten, bei ambulanten Zwischenuntersuchungen, bei der Nägelentfernung und bei einer speziellen Befragung (siehe auch später) einer großen Zahl von Patienten zugrunde. Die Angaben in 4 Fällen fehlten; die 3 Patienten, welche postoperativ verstarben, wurden nicht mit in die Auswertung einbezogen.

Bei 248 genagelten Frakturen (84,1 %) hatte sich die Gelenkfunktion im Knie- und Sprunggelenk wieder völlig normalisiert und das Gangbild war nicht beeinträchtigt.

Bei 40 Patienten (13,5 %) war die Gelenkfunktion eingeschränkt; davon bei 30 geringgradig, bei 7 mittelgradig und bei 3 stark; in zwei Drittel der Fälle war das Kniegelenk und in einem Drittel das Sprunggelenk betroffen. Es ist aber zu erwarten, daß bei der Mehrzahl dieser Fälle die eingeschränkte Funktion inzwischen zur Norm zurückfand, da viele Untersuchungsergebnisse schon Monate zurücklagen.

Kontrakturen, welche ursächlich durch die Knochenfraktur entstanden, führten in 2 Fällen zu einer Behinderung der Zehenbewegungen; in einem Fall kam die Kontraktur durch Verwachsungen in Frakturhöhe zustande. Bei diesem Patienten verhalf eine Sehnenplastik zu einer Wiedererlangung der Funktion. Der andere Patient wurde auswärts weiterbehandelt.

Eine Versteifung des Beines kam in keinem Fall vor.

Bei ca. 70 % aller Patienten waren die Gelenke des genagelten Beines schon am 1. postoperativen Tag wieder völlig frei beweglich.

In 266 Fällen konnte im Durchschnitt 17,4 Tage (1 – 135) post operationem mit Laufübungen begonnen werden.

11. Nägelentfernung

Wie eingangs schon erwähnt, kamen 56 (19,4 %) von den 281 Patienten noch nicht zur Nägelentfernung. In 19 Fällen konnte damit gerechnet werden, daß die Nägel auswärts entfernt wurden oder noch entfernt werden.

Die durchschnittliche Dauer zwischen der Bündelnagelung und der Nägelentfernung betrug 8,4 Monate ($1\frac{1}{2}$ – $52\frac{1}{2}$ Monate).

Bei 193 Patienten (68,7 %) verlief die Nägelentfernung komplikationslos, bei 29 (10,3 %) zum großen Teil mit leichteren Komplikationen (z. B.: seröser Wundabsonderung, Erguß oder stärkerer postop. Schwellung an der Op-Wunde). 223 mal (75,6 %) wurde die Entfernung bei knöcherner Festigung der Fraktur durchgeführt; 16 mal (5,4 %) wurden die Nägel bei noch nicht erreichter knöcherner Festigung entfernt.

In 10 Fällen hatte sich ein Abszeß an den Nägelenden gebildet; in allen Fällen konnte durch Ausschälung desselben bei der Nägelentfernung und durch Antibiotikagabe eine Heilung erzielt werden.

12. Auswertung einer Nachuntersuchung bei 109 Patienten

Alle Patienten, die in einem Umkreis von 100 km um Erlangen wohnten, wurden besucht und nachuntersucht. Weiter entfernt wohnende Patienten wurden angeschrieben und gebeten, einen speziellen Fragebogen auszufüllen. Die Angaben von 109 Patienten liegen dieser Auswertung zugrunde. Von 45 kam auf Anschreiben keine Antwort. 5 Patienten waren inzwischen verstorben. Der Rest hatte den Wohnsitz verändert. Diese Angaben der Patienten sind aber mit Vorbehalt zu werten, da angenommen werden muß, daß nicht immer richtige Angaben gemacht wurden. Dies läßt sich aus der Differenz von den Untersuchungen, die hier in der Klinik gemacht wurden und ihren Ergebnissen annehmen.

Die Tage, nach denen sie wieder mit Krücken gehen konnten, gaben 101 Patienten im Mittel mit 38,7 Tagen (3 – 290) an: nach den Krankengeschichten ergab sich jedoch, daß der Laufbeginn bei 266 Patienten nach der Operation im Mittel nach 17,4 Tagen anzusetzen war.

Ohne Krücken konnten die befragten Patienten 149,2 Tage (21 — 735) nach der Operation wieder gehen. 33 Patienten waren im Gang noch behindert.

Nach 16,2 Wochen (1/2 — 78) war das Bein bei 79 Patienten wieder frei beweglich, 1 Patient konnte das Bein gleich wieder frei bewegen und einer bis jetzt noch nicht. Die Bewegungseinschränkung gaben 5 mit stark, 22 mit mittel und 18 mit gering an.

45 Patienten verspürten an der alten Bruchstelle noch Schmerzen.

Nach 28,9 Wochen (1 — 126) konnten 90 Patienten ihre Tätigkeit wieder aufnehmen; 2 konnten ihren erlernten Beruf nicht mehr ausüben und 2 Patienten bis jetzt noch nicht.

In 43 Fällen kam es zu einer Minderung der Erwerbsfähigkeit, die im Mittel 15,6 Monate (1 1/2 — 60) betrug, wobei eine Erwerbsminderung im Mittel bei 29,4 % (10 — 60 %) bestand. In einem Fall war sie noch nicht festgelegt. In 10 Fällen bestand eine dauernde Erwerbsminderung. 18 Patienten bezogen infolge des Unfallereignisses eine Rente.

30 Patienten gaben an, mit der Operation sehr zufrieden gewesen zu sein, 11 waren zufrieden und 3 Patienten unzufrieden.

13. Auswertung von Krankenkassenangaben

Bei 226 Patienten wurden die Krankenkassen angeschrieben, um eine Mitteilung zu erhalten, wie lange die Patienten krank geschrieben und wieviele Patienten öfters krank geschrieben worden waren. 48 Krankenkassenangaben konnten nicht verwertet werden; bei 53 fehlten die Angaben, da die Patienten den Kassen unbekannt waren.

74 Patienten waren im Mittel 5,1 Monate (1/2 — 19 1/2) arbeitsunfähig. Der Mittelwert bei Kranken, bei denen nach Kassenangabe Komplikationen aufgetreten waren, betrug 7,5 Monate (1 — 20 1/2).

Von 140 Patienten waren 42 öfters krank geschrieben.

C. Besprechung der Ergebnisse

Die intramedulläre Nagelung von Schaftfrakturen durch Bündelnagelung, welche K. H. HACKETHAL an der Chirurgischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg entwickelt hat, fand 1959 ihre erste klinische Anwendung. Inzwischen kann man bei einer ausreichend großen Anzahl von Fällen die Ergebnisse dieser Osteosynthese diskutieren.

Neben den herkömmlichen Behandlungsarten von Frakturen wie Gips- und Streckverband und den operativen Verfahrensweisen der Osteosynthese, ist die Bündelnagelung eine der jüngsten Modifikationen der Marknagelung. Aus inzwischen veröffentlichten Arbeiten (s. Ziffer 1, Literaturangabe) ging eindeutig hervor, daß die Methode der Bündelnagelung durchaus neben anderen operativen Osteosynthesarten bestehen kann. Die Anzahl der durch eine Bündelnagelung stabilisierten Frakturen hat sich gegenüber damals vervielfacht. Es kann somit heute eine größere statistische Genauigkeit bei der Auswertung der Ergebnisse erzielt werden.

Welche Anforderungen muß man an die Bündelnagelung bei der Behandlung von Unterschenkelschaftbrüchen stellen? Nach G. KÜNTSCHER ist der Grundgedanke der Marknagelung die stabile Osteosynthese. Dies gilt allgemein für Schaftbrüche sämtlicher Extremitäten. Die Bruchenden sollen durch eine Schienung des Markraumes so fest vereinigt werden, daß eine zusätzliche äußere Schienung überflüssig wird und die Nachteile derselben vermieden werden können, da sofort mit Bewegungs- und vorsichtig dosierten Belastungsübungen begonnen werden kann. Ebenso soll sich das Verfahren an die Grundsätze der Knochenchirurgie halten:

1. Anatomisch korrekte Reposition.
2. Absolute Ruhigstellung des Fraktur- bzw. des Osteotomiespaltes für die gesamte Heilungsdauer (Grundsatz nach L. BÖHLER).
3. Möglichste Vermeidung der operativen Eröffnung des Bruchherdes.
4. Eine schonende Operationsmethode:
 - a) eine nur geringfügige Verletzung des Periosts,
 - b) Vermeidung von Weichteilnekrosen und -schädigungen,
 - c) Vermeidung von Knochennekrosen,
 - d) kurzdauernder und kleiner Eingriff.

5. Volle Wiederherstellung der Funktion.

Alle diese Forderungen können durch die Methode der Bündelnagelung bei der operativen Markraumschienung von Schaftbrüchen erfüllt werden; die operative Methodik der Bündelnagelung hat HACKETHAL ausführlich in seiner Arbeit abgehandelt.

Wie sehen nun die Ergebnisse in der Praxis bei der Behandlung von Unterschenkelchaftfrakturen mittels Bündelnagelung aus?

Dieser Arbeit liegen nur die Ergebnisse von Unterschenkelchaftfrakturen bei insgesamt 295 Bündelnagelungen zugrunde. Eine genaue Angabe über das Krankengut findet sich in der eingangs abgehandelten Kasuistik.

Bei 84,1 % aller Fälle konnte ein erfolgreiches Ergebnis ohne irgendwelche Komplikationen erreicht werden. Alle diese Frakturen verheilten achsengerecht bei gutem knöchernem Durchbau der Bruchstelle. Die Gelenkfunktion zeigte dieselbe Beweglichkeit wie vor dem Unfallereignis.

Betrachtet man die Ergebnisse mit ihrer Komplikationsrate, so ergibt sich folgendes Bild:

Bei 15,9 % aller Frakturen traten postoperativ Komplikationen verschiedener Schweregrade auf; hiervon zeigten 11,8 % nur eine und 4,1 % mehrere Komplikationen. Im einzelnen wurden diese Fälle unter dem Abschnitt „Gefahren der Bündelnagelung“ besprochen. Hier sollen nur die Ergebnisse aufgezeigt werden und, wo möglich, anderen Verfahrensweisen der Osteosynthese gegenübergestellt werden.

2 mal ließen sich postoperativ Zeichen einer *Fettembolie* im EKG nachweisen. Eine bedrohliche Situation entstand in keinem Fall. Ein postoperativer Schock trat nie auf. Für die Todesursache der 3 Patienten, die nach der Bündelnagelung verstarben, waren schwere Nebenverletzungen verantwortlich.

Die Infektion stellt auch heute noch trotz der Antibiotika-Ära eine Gefahr bei der Marknagelung dar. Eine *Osteomyelitis* entwickelte sich bei 3,9 % aller Fälle. Vergleichbare Werte bei Unterschenkelchaftfrakturen liefern Statistiken von L. BÖHLER, wobei hier nur geschlossene Frakturen zur Auswertung kamen, während unsere Fälle immerhin 21,7 % offene Frakturen aufwiesen: nach BÖHLER kam es bei Marknagelungen hier bei 7,51 % zu einer Infektion des Knochens. WIGGINS, BURDENS und PARK (aus L. BÖHLER: Die Technik der Knochenbruchbehandlung) stellten nach der operativen Behandlung von Unterschen-

kelfrakturen bei 12,22 % eine Osteomyelitis fest. HAMILTON und JAHNA (aus L. BÖHLER) fanden nach konservativer Behandlung nur bei 1,42 % aller Fälle eine Osteomyelitis. Im Vergleich zu den oben angeführten anderen operativen Osteosyntheseverfahren liegt das Infektionsrisiko bei der Bündelnagelung erheblich niedriger. Eine Amputation mußte bei uns in keinem Fall vorgenommen werden; ebenso trat kein Todesfall durch eine Sepsis auf.

Bei 6,4 % unserer Fälle kam es zu einer *verzögerten Kallusbildung*. WIGGINS, BURDENS und PARK führten bei der operativen Behandlung 5,03 % und L. BÖHLER bei der konservativen Behandlung 3,8 % aller Fälle an, die eine deutliche Verzögerung in der Bruchheilung aufwiesen.

Pseudarthrosen entstanden bei 11 Frakturen (3,9 %). WIGGINS, BURDENS und PARK geben in ihrer Statistik 5,75 % Pseudarthrosen an; BÖHLER fand nach konservativer Behandlung bei 0,19 % eine Pseudarthrose. Nach KÜNTSCHER ist eine Pseudarthrose nach Marknagelung unmöglich. Daß sich aber doch manchmal Pseudarthrosen nach einer Marknagelung entwickeln, liegt daran, daß das Grundprinzip der stabilen Osteosynthese nicht verwirklicht wurde. Da nicht jeder Operateur gleichermaßen über die erwünschte Erfahrung verfügt, sieht man Pseudarthrosen doch immer wieder. Mit 3,9 % liegt die Pseudarthrosenrate bei unseren Fällen in keiner Weise über dem Durchschnitt.

Zu den Gefahren einer Marknagelung gehört neben anderen ein *Nagelbruch*. Er wurde einmal festgestellt; ein Nachteil für die Bruchheilung und die spätere Funktion entstand nicht. 8 mal (2,7 %) konnte eine *Nägelwanderung* beobachtet werden; in allen Fällen bestand am Behandlungsende nach der Nägelentfernung eine völlige Frakturstabilität ohne irgendwelche Bewegungseinschränkungen. 2 mal kam es zu *Nagelungsfrakturen*, wobei die eine Fraktur bei vorzeitiger Nägelentfernung stabil und achsengerecht verheilte, die andere Fraktur sich zu einer Pseudarthrose entwickelte.

Eine sekundäre Druckschädigung des Nervus Peroneus (9 mal), Nervus Ischiadicus (1 mal) trat bei 10 Fällen (3,4 %) auf. Bei 9 Patienten (3,0 %) kam es während der Behandlungsdauer zu einem *Sudeck-Syndrom*.

Interessant ist abschließend die Feststellung, daß die Gefahr einer Komplikation um so größer war, je weiter die Fraktur nach der Peripherie des Tibiaschaftes lokalisiert war (siehe Tabelle 4).

Die formgerechte Reposition ist bei Unterschenkelchaftfrakturen Voraussetzung für die spätere Funktion des Beines. Bei den ersten Bündelnageloperationen wurde noch mit Hilfe eines Einzinkers reponiert; später bot der von HACKETHAL entwickelte Viermastkran eine ausgezeichnete Repositionsmöglichkeit und man konnte die unsterile Phase der Brucheinstellung von der sterilen Phase der Operation trennen, da die erwünschte Brucheinstellung unverändert erhalten blieb. Außerdem wird das Infektionsrisiko dadurch erheblich verringert. Doch nicht jede Frakturposition ging leicht vonstatten: bei 84,7 % der Fälle bereitete die Reposition keine größeren Schwierigkeiten; bei 15,3 % aller Frakturen ließen sich jedoch die Fragmentenden, insbesondere bei Mehrfachbrüchen, nur unter größeren Schwierigkeiten formgerecht reponieren. Postoperative Röntgenkontrollen zeigten, daß bei 90,2 % eine völlig achsengerechte Stellung erreicht wurde. Bei 4,4 % kam es postoperativ zu einer Knickstellung und bei 5,4 % zu einer Ante- oder Rekurvationsstellung.

Wie oben schon erwähnt, ist der Grundgedanke der Marknagelung die stabile Osteosynthese. Bei unseren Fällen erwiesen sich bei der Kontrolle 91,5 % als voll stabil, 5,8 % als elastisch stabil und 2,7 % als instabil. Daß nicht bei allen Frakturen eine Vollstabilität erreicht worden war, lag einesteiis daran, daß der Operateur noch nicht die entsprechende Übung und Fertigkeit bei der Bündelnagelung aufwies, zum anderen Teil an der Bruchart bzw. -lokalisation. Da bei einer Marknagelung die Markhöhle geschient wird, entfällt eine zusätzliche äußere Fixation. Bei den Unterschenkelfrakturen nach Bündelnagelung mußte postoperativ bei 14,2 % zusätzlich eine Fixation angebracht werden, wobei in fast allen Fällen ein Gipsverband angelegt worden ist. Diese Maßnahme kam bei den instabil genagelten Brüchen zur Anwendung; außerdem war eine postoperative Fixation auch bei einigen voll stabil genagelten Frakturen wegen zusätzlicher schwerer Nebenverletzungen nötig. 85,8 % aller Fälle aber benötigten postoperativ keine äußere Fixation, da die Fraktur durch die Bündelnägel voll stabilisiert war. Der Vorteil, daß man grundsätzlich auf die zusätzliche Fixation nach der Operation verzichten kann, liegt auf der Hand: Man kann vom 1. postoperativen Tag an bereits mit Bewegungsübungen aller Gelenke des gebrochenen Beines beginnen, so daß eine langwierige Nachbehandlung zur Wiederherstellung der Funktion bei den Gelenken entfällt, die bei einer konservativen Behandlung für längere Zeit ruhig gestellt werden müssen. L. BÖHLER empfiehlt bei der konservativen Behandlung von Unterschenkelchaftfrakturen folgende Ruhigstellungszeiten: 1. Bei der Behandlung im Schienenverband und nachfolgendem Oberschen-

kelgehgipsverband: 10–14 Tage Lagerung des Unterschenkels auf dem Blechstiefel und anschließend einen Oberschenkelgehgipsverband für ca. 8 Wochen; anschließend noch Zinkleimverband und Idealbinde für das Knie. 2. Bei der Behandlung im Dauerzug- oder Streckverband: bei Drehbrüchen 3 und bei Biegebrüchen 4 Wochen im Streckverband; dann bei Drehbrüchen 10 Wochen Oberschenkelgehgipsverband und 12 Wochen bei Biegebrüchen; anschließend noch Zinkleimverband.

Diese langen Ruhigstellungszeiten entfallen bei der Bündelnagelung völlig. Es zeigte sich, daß bei ca. 70 % aller Patienten die Gelenke des genagelten Beines schon am 1 postoperativen Tag wieder völlig frei beweglich waren. Bei 266 Fällen konnte im Durchschnitt 17,4 Tage postoperativ mit vorsichtigen Laufübungen begonnen werden. Bei den 85,8 % aller Fälle, die nicht postoperativ zusätzlich fixiert werden mußten, trat auch kein nennenswerter Muskelschwund auf. BÖHLER beobachtete bei 1,9 % von 424 Nachuntersuchten einen Muskelschwund von mehr als 2 cm.

Zur Beurteilung der Gelenkfunktion konnten 288 Fälle nachuntersucht werden. Von diesen zeigten 86,1 % eine völlige Normalisierung der Gelenkfunktion und ein einwandfreies Gangbild; der Hüpfversuch war bei allen positiv. Bei den restlichen 13,9 % war die Gelenkfunktion noch eingeschränkt, jedoch kann man heute damit rechnen, daß der größte Teil inzwischen ebenfalls eine normale Gelenkfunktion aufweist, da die Prüfung der Funktion bei manchen Fällen schon mehrere Jahre zurücklag und diese Patienten nicht mehr zu einer Nachuntersuchung in die Klinik kamen. Eine Versteifung des Beines kam in keinem Fall vor.

Da bei einer Bündelnagelung die Nägelentfernung ebenfalls in die Berechnung des gesamten stationären Aufenthaltes mit einbezogen werden muß, ergibt sich folgende durchschnittliche Hospitalisierungsdauer: 41,2 Tage einschließlich der Nägelentfernung und den Fällen mit Komplikationen. Die Entlassung erfolgte durchschnittlich am 23. Tag nach der Bündelnagelung. Der stationäre Aufenthalt betrug bei der Bündelnagelung allein durchschnittlich 28,6 Tage; bei komplikationslosen Fällen 20,7 Tage, bei denen mit Komplikationen 69,6 Tage. Die stationäre Behandlung erstreckte sich bei der Nägelentfernung im Mittel auf 10,7 Tage; hier blieben die komplikationslosen Fälle 7,1 Tage, die mit Komplikationen 36,2 Tage im Krankenhaus. BÖHLER gibt eine durchschnittliche stationäre Behandlungszeit bei konservativen Verfahren mit 29,65 Tagen an; bei den Markgenagelten gibt BÖHLER eine durchschnittliche Hospitalisierungsdauer von 42,2 Tagen an; bei anderen Osteosyntheseverfahren fand

er eine mittlere stationäre Behandlungsdauer von 32,53 Tagen. Die Ergebnisse der Hospitalisierungsdauer bei der Bündelnagelung können also durchaus einen Vergleich mit anderen Ergebnissen bei anderen Osteosynthesarten standhalten. Betrachtet man nur die komplikationslosen Fälle nach Bündelnagelung, so übertreffen sie die Ergebnisse, die BÖHLER bei den konservativen Behandlungsarten angab.

Die durchschnittliche Zeit bis zur Aufnahme der Arbeit gibt BÖHLER bei den versicherten Arbeitsunfällen mit 5 Monaten und bei den nicht Versicherten mit 4 Monaten an. Bei unseren Patienten betrug die Arbeitsunfähigkeit nach Angabe ihrer Krankenkassen durchschnittlich 5,1 Monate. Bei einer speziellen Befragung der Patienten selbst konnte nach ihren Angaben eine durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit von 7 Monaten errechnet werden. Diese letzten Angaben von den Patienten selbst müssen aber mit Vorbehalt gewertet werden, da uns viele Patienten aus Furcht vor versicherungstechnischen Nachteilen oft nicht die tatsächliche Arbeitsunfähigkeit angaben.

44 Patienten wurden außerdem noch befragt, wie sie sich persönlich zu dem Operationsergebnis stellten: dabei gaben 68,1 % an, daß sie mit der Operation sehr zufrieden seien, 25 % wären zufrieden und 6,9 % unzufrieden.

Welche Vorteile bietet nun die operative Versorgung von Unterschenkelchaftfrakturen mittels Bündelnagelung gegenüber anderen operativen und konservativen Verfahren der Knochenbruchbehandlung? Die Antwort findet sich in einer Arbeit von L. BECK (siehe Ziffer 1 Literaturangabe), die bereits vorher schon zitiert worden ist; diese Aussagen gelten allgemein auch für Unterschenkelchaftfrakturen:

1. Wiederherstellung der Unterschenkelchaftform und achsengerechte Stellung.
2. Sichere und dauerhafte Stabilisierung.
3. Vermeidung von Knochenschäden bei richtiger Nagelungstechnik.
4. Geringes Infektionsrisiko.
5. Normalerweise keine postoperative Fixation von außen.
6. Sofortige Möglichkeit der postoperativen Übungsbehandlung.
7. Schnelle Wiederherstellung der vollen Beweglichkeit.
8. Kurzer Klinikaufenthalt.

D. Zusammenfassung

Diese Arbeit berichtet über die Behandlungsergebnisse bei durch Bündelnagelung versorgten Unterschenkelchaftbrüchen. Die Erfolge bei den 295 genagelten Frakturen lassen die Bündelnagelung unter die anderen Verfahren der Marknagelung ebenbürtig einreihen. Die Ergebnisse zeigen deutlich trotz einigen Komplikationsmöglichkeiten, die in der Zukunft sicher noch verringert werden können, daß sich die Bündelnagelung bei Unterschenkelchaftfrakturen bewährt hat. Die Mittelwerte für die Erreichung der vollen Beweglichkeit, für die achsengerechte und stabile Frakturheilung, für die Hospitalisierungsdauer und für die Arbeitsunfähigkeit entsprechen mindestens denen anderer operativer Osteosyntheseverfahren und liegen oft auch erheblich unter den ermittelten Wertungsergebnissen anderer Marknagelungen. Weiterhin konnte aufgezeigt werden, daß das Infektionsrisiko zwar vorhanden ist, aber doch deutlich niedriger als bei anderen operativen Verfahren gehalten werden kann.

Daß die Bündelnagelung bei Schaftfrakturen bis jetzt nur an sehr wenigen chirurgischen Kliniken Anwendung findet, liegt sicher nicht an einer unzulänglichen Methode oder schwierigen Handhabung, denn die hier aufgezeigten Ergebnisse beweisen, daß sie sich gut in die Unfallchirurgie eingeführt hat. Es darf vielmehr angenommen werden, daß in den meisten Krankenhäusern bereits ein anderes Osteosyntheseverfahren mit Erfolg praktiziert wird und aus kostentechnischen Gründen ein neues Instrumentarium nicht angeschafft werden kann; andererseits ist das Verfahren der Bündelnagelung noch relativ jung und entsprechende Ergebnisse mußten erst abgewartet werden.

Literatur

1. H. BECK Vollapparative Reposition und Bündelnagelung
bei Oberarmschaftbrüchen,
Langenbecks Arch. klin. Chir. 302, 381–402
(1963)
2. L. BÖHLER Die Technik der Knochenbruchbehandlung,
12.–13. Auflage, 2. Band, 2. Teil,
Verl. Wilhelm Maudrich, Wien 1957
3. K. H. HACKETHAL Die Bündelnagelung,
Verl. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg
1961
4. G. KÜNTSCHER Praxis der Marknagelung,
Verl. Friedrich-Karl Schattauer, Stuttgart
1962

*Für die Arbeit möchte ich meinen besonderen Dank
Herrn Priv. Dozent Dr. med. H. Beck aussprechen,
der mich mit aller Hilfe unterstützte und mir jeder-
zeit mit Rat und Tat zur Seite stand.*

*Herrn Professor Dr. med. G. Hegemann danke ich für
die Übernahme des Korreferates.*

Lebenslauf

Ich wurde am 5. 9. 1943 als zweiter Sohn des Kaufmanns Hanns Martin und seiner Ehefrau Justine Martin, geb. Biermann, in Passau geboren. In Nürnberg, dem Wohnsitz meiner Eltern, trat ich im September 1949 in die Volksschule ein. Ab 1953 besuchte ich dann das Humanistische Melanchthon-Gymnasium in Nürnberg bis zur 6. Klasse. Die 7.-9. Klasse verbrachte ich am Humanistischen Gymnasium der Oberrealschule mit Gymnasium in Dinkelsbühl. Dort legte ich im Juli 1962 erfolgreich mein Abitur ab.

Im Wintersemester 1962/63 immatrikulierte ich mich an der medizinischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg. Hier bestand ich im Oktober 1963 meine naturwissenschaftliche Vorprüfung und im April 1965 meine ärztliche Vorprüfung. Im Wintersemester 1965/66 und Sommersemester 1966 studierte ich an der Universität Mainz. Danach kehrte ich an die Universität Erlangen zurück, beendete hier mein Medizinstudium nach dem 11. Semester und bestand im Juli 1968 mein medizinisches Staatsexamen mit der Note „sehr gut“. Vom 1. 11. 1968 bis zum 30. 4. 1969 war ich als Medizinalassistent an der Chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Ochsenfurt/Main angestellt. Am 18. 4. 1969 habe ich in München meine Ehefrau Sibylle, geb. Schanz, geheiratet.

Seit dem 1. 5. 1969 bin ich als Medizinalassistent an der Medizinischen Klinik in München (Städt. Krankenhaus) an der Pappenheimstraße tätig.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur Bearbeitung erhalten habe.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hög, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
